

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCÍ

Testování slabé formy efektivnosti na akciových trzích v zemích střední Evropy a USA

Testing the weak form of efficient market hypothesis in central european stock markets and
USA

Student: Bc. Anastasia Elanskaya

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Sed'a, Ph.D.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Anastasia Elanskaya**
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa
Studijní obor: 6202T010 Finance
Specializace: 00 Finance
Téma: **Testování slabé formy efektivnosti na akciových trzích v zemích střední Evropy a USA**
Testing the weak form of efficient market hypothesis in central european stock markets and USA

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Základní přístupy k analýze akciových kurzů
 3. Hypotéza efektivních trhů
 4. Modely efektivních trhů a základní přístupy k testování informační efektivnosti
 5. Empirické testování slabé formy efektivnosti na vybraných akciových trzích
 6. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

ARLT, J., ARLTOVÁ, M. *Finanční časové řady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 220 s. ISBN 80-247-0330-0.
CAMPBELL, J.Y., LO, A.W., MACKINLAY, A.C. *The Econometrics of Financial Markets*. 1st ed. New York: Princeton University Press, 1997. 632 s. ISBN: 0-691-04301-9.
CIPRA, T. *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 538 s. ISBN 978-8086-92943-9.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Sed'a, Ph.D.**

Datum zadání: 26.11.2010

Datum odevzdání: 29.04.2011

Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

Místopřísežné prohlášení

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.“

.....

.....

Bc. Anastasia Elanskaya

Tímto bych ráda poděkovala panu Ing. Petru Sedřovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za pečlivé a odborné vedení a cenné rady při jejím zpracování.

Obsah

1 Úvod	1
2 Základní přístupy k analýze akciových kurzů	4
2.1 Fundamentální analýza	4
2.1.1 Globální analýza	4
2.1.2 Odvětvová analýza	5
2.1.3 Analýza konkrétní společnosti	5
2.2 Technická analýza	8
2.2.1 Grafické metody	8
2.2.2 Metody založené na technických indikátorech	9
2.2.3 Dowova teorie	9
2.3 Psychologická analýza	10
3 Hypotéza efektivních trhů	11
3.1 Definice efektivního trhu	11
3.2 Formy efektivnosti trhu	13
3.2.1 Slabá forma efektivnosti	14
3.2.2 Středně silná forma efektivnosti	14
3.2.3 Silná forma efektivnosti	15
3.2.4 Vztah mezi efektivitou trhu a vnitřní hodnotou akcie	15
3.3 Předpoklady teorie efektivních trhů	16
3.4 Charakteristiky efektivního trhu	17
3.4.1 Reakce kurzu finančního na novou informaci	18
3.4.2 Náhodné změny v kurzech	20
3.4.3 Dlouhodobé výnosy investorů na efektivním trhu	21
3.4.4 Obchodní strategie na efektivním trhu	22
4 Modely efektivních trhů a základní přístupy k testování informační efektivnosti	23
4.1 Modely efektivních trhů	23
4.1.1 Model martingálu a spravedlivé hry	24
4.1.2 Modely náhodné procházky	25
4.2 Základní statistické testy slabé formy hypotézy efektivního trhu	28
4.2.1 Testování slabé formy hypotézy efektivního trhu lineárními metodami	28
4.2.2 Testování slabé formy hypotézy efektivního trhu nelineárními metodami	32

4.3 Charakter finančních časových řad a možné problémy testování efektivnosti	35
4.3.1 Předpoklad normality časových řad	35
4.3.2 Předpoklad linearity časových řad	36
4.3.3 Vliv mikrostruktury trhu na vlastnosti časových řad	37
4.3.4 Volba dat a jejich transformace	37
4.3.5 Manipulace kursů	38
4.4 Studie zaměřené na testování slabé formy hypotézy efektivního trhu	38
4.4.1 Akciový trh v ČR	38
4.4.2 Akciové trhy v zahraničí	40
5 Empirické testování slabé formy hypotézy efektivnosti na vybraných akciových trzích	41
5.1. Základní charakteristika zkoumaných trhů a testovaných burzovních indexů	41
5.1.1 Burzy	41
5.1.2 Burzovní indexy	44
5.2 Volba dat a jejich základní statistická analýza	47
5.2 Testování slabé formy hypotézy efektivního trhu lineárními metodami	56
5.2.1 Test poměrů rozptylů	56
5.2.2 Test sekvencí a zvrátů	58
5.2.3 Boxův – Pierceův test	59
5.3 Testování slabé formy hypotézy efektivního trhu nelineárními metodami	61
5.3.1 Whiteův test	61
5.3.2 Engelův test	62
5.3.3 BDS test	63
5.4 Shrnutí výsledků	65
6 Závěr	69
Seznam použité literatury	73
Seznam zkratk	75
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	76
Přílohy	77

1 Úvod

V současné době roste vliv finančních trhů, nejen ve vyspělých ekonomikách, ale i v regionu střední Evropy, kde trhy prošly dlouhou ekonomickou transformací a vykazují mnoho znaků chování vyspělých trhů. Souběžně s tím stále roste množství účastníků finančních trhů. Roste počet nových institucionálních investorů a podílových fondů, které umožňují investování jednotlivcům.

Kapitálový trh je součástí trhu finančního a je v oblasti střední Evropy poměrně méně rozvinutý ve srovnání se západní Evropou nebo Spojenými státy. Ovšem co se týče jeho struktury a institucionálního uspořádání je na podobné úrovni. Z tohoto hlediska je možné tyto trhy navzájem porovnávat a hodnotit.

Významnou částí kapitálového trhu je trh akciový. Ten je ovlivněn mnoha faktory, faktory politickými, ekonomickými, psychologickými atd. mezi kterými existují vztahy lineárního i nelineárního charakteru. Analýzou těchto vztahů se převážně zabývají akcioví analytici, kteří se snaží pochopit a odhadnout chování akciových kurzů, vytvářejí určité vzorové modely, které dále mohou využívat obchodníci a investoři.

Jedním z důležitých prvků ovlivňující chování kapitálových trhů jsou investoři, kteří hledají a vybírají si adekvátní nástroje, s pomocí kterých lze podpořit jejich rozhodovací proces při analýze a sestavení optimálního portfolia aktiv. Jejich prvořadým cílem je dosažení zisků. Existuje mnoho metod a nástrojů, které využívají nedokonalostí trhů k dosahování nadprůměrných zisků. Jejich využití je těsně spojeno s hypotézou efektivních trhů, podle které jsou finanční trhy efektivní, pokud se kurzotvorné informace téměř okamžitě promítají do kurzů cenných papírů. Tato hypotéza tedy zpochybňuje smysl a využívání metod a nástrojů k dosažení nadprůměrných zisků, které se zároveň snaží tvořit budoucí předpověď. Z tohoto důvodu je z pohledu investora důležité přihlížet ke skutečnosti, zda trh na kterém působí je efektivní či nikoli.

Předkládaná diplomová práce je tedy věnována problematice hypotézy efektivních trhů a jejímu testování na akciových trzích střední Evropy a USA.

Cílem předložené diplomové práce je empirické testování slabé formy hypotézy efektivních trhů na vybraných akciových indexech zemí střední Evropy a USA od roku 2004 do roku 2010 s využitím lineárních a nelineárních metod. V práci budou

analyzovány denní výnosy akciových indexů reprezentujících daný akciový trh, konkrétně byl zvolen tedy trh český, polský a americký.

V práci bude využito systémového přístupu, ten je kombinací jednotlivých dílčích složek se vzájemnými interakcemi, kde nesmí být opomenuta žádná důležitá složka, která by mohla mít na řešení daného problému podstatný vliv. Na danou problematiku je tedy nahlíženo komplexně s ohledem na dostupnost informací.

Metody využití v této diplomové práci jsou v souladu s výše uvedeným cílem, k jehož dosažení bude třeba provedení důkladného průzkumu a analýzy dostupných tuzemských a zahraničních prací a materiálů. Z těchto zdrojů budou analyzovány teoretické a empirické studie hypotézy efektivních trhů a rovněž fundamentálního modelu náhodné procházky a modelu martingálu.

Vzhledem k uvedenému cíli je předložena diplomová práce „Testování hypotézy efektivního trhu na akciových trzích v zemích střední Evropy a USA“ tvořena úvodem, následnými čtyřmi vnitřně dále členěnými obsahovými kapitolami, závěrem a přílohami. Kapitola druhá a třetí a čtvrtá tvoří část teoreticko-metodologickou, kapitola pátá pak část aplikačně-empirickou.

Kapitola 2 – Základní přístupy k analýze akciových kurzů

Druhá kapitola této práce je věnována popisu základních metod využívaných k pochopení chování akciových kurzů a jejich predikci. Obsahuje základní charakteristiky fundamentální, technické a psychologické analýzy.

Kapitola 3 – Teorie efektivních trhů

Třetí kapitola je konkrétně zaměřena na teorii efektivních trhů. Je zde podrobně popsána hypotéza efektivních trhů a vysvětleny jednotlivé formy efektivnosti. Dále je v této kapitole shrnut vztah jednotlivých forem efektivnosti k akciovým analýzám a rovněž zde jsou vymezeny předpoklady fungování této teorie.

Kapitola 4 – Modely efektivních trhů a základní přístupy k testování informační efektivnosti

Čtvrtá kapitola tvoří metodologický základ diplomové práce a je podrobněji zaměřena na popis konkrétních modelů chování cen akcií. Je zde podrobně popsán model náhodné procházky ve třech základních modifikacích a rovněž model martingálu. Dále je v této kapitole přiblížena metodologie testování efektivity s využitím lineálních i nelineálních metod

testujících jednotlivé formy náhodné procházky. Popis metodologie je důležitý pro empirické testování efektivnosti v kapitole páté.

Kapitola 5 – Empirické testování slabé formy hypotézy efektivního trhu

Tato kapitola je stěžejní kapitolou diplomové práce. Je zaměřena na empirické testování slabé formy efektivnosti, a to separovaně pro zvolené trhy střední Evropy a USA. Tato kapitola obsahuje popis zvolených časových řad a jejich základní statistickou analýzu. Dále je zde provedeno konkrétní testování efektivnosti s využitím metodologie popsané ve čtvrté kapitole. V rámci práce se pracuje s časovými řadami logaritmů denních výnosů vybraných indexů reprezentujících daný testovaný trh za období od 1.5.2004 do 31.12.2010. V závěru kapitoly jsou shrnuty výsledky jednotlivých testů efektivnosti a souhrnně hodnoceny dosažené výsledky pro jednotlivé trhy.

V závěru práce je uzavřena celá řešená problematika a jsou zde komplexně zhodnoceny cíl a výsledky práce. Jsou zde rovněž uvedeny další možnosti rozvoje a řešení dané problematiky a naznačen směr, kterým by se další práce v této oblasti mohly ubírat.

Veškeré výpočty jsou prováděny v prostředí EViews 7.0 a MICROSOFT EXCEL 2003.

2 Základní přístupy k analýze akciových kurzů

Pro vysvětlení pohybů akciových kurzů a jejich analýzu existuje řada přístupů. Mezi ty nejvýznamnější patří analýza fundamentální, technická, psychologická. Tyto tři metody budou popsány v této kapitole. Další přístupem k analýze je hypotéza efektivní trhů. Tyto přístupy byly definovány k pochopení chování akciových kurzů a jejich predikci. Jsou využívány především obchodníky s cennými papíry a akciovými analytiky. První tři metody patří mezi tzv. spekulativní analýzy, které vycházejí z předpokladu, že je možné nějakým způsobem odhadnout vývoj budoucích kurzů aktiv a na základě toho dávají doporučení ke koupi či prodeji.

2.1 Fundamentální analýza

Fundamentální analýza vychází ze stanovení tzv. „vnitřní hodnoty akcie“. Tato vnitřní hodnota představuje jakousi správnou cenu aktiva. Tato cena odpovídá skutečné hodnotě s přihlédnutím k riziku, časové hodnotě peněz, budoucím platbám i likviditě na trhu. Souvisí rovněž i s efektivitou na trhu, pokud bude trh efektivní, tak kurz akcie se bude rovnat této hodnotě. Fundamentální analýza nejprve zkoumá jednotlivé faktory, které mají vliv na vnitřní hodnotu. Obsahuje tři analýzy, a to globální a odvětvovou analýzu a nakonec analýzu konkrétní akcie a stanovení její vnitřní hodnoty. První dvě analýzy zahrnují ocenění výsledků dané firmy, jejího zdraví, schopnosti managementu, konkurenční výhody, tržní příležitosti a pozice na trhu.

2.1.1 Globální analýza

Globální analýza je významnou částí analýzy fundamentální. Díky ní lze zanalyzovat více než polovinu příčin kurzových pohybů, proto je jí nutné věnovat dostatečnou pozornost. Globální analýza se snaží prognózovat současný stav a vývoj trhu jako celku. Jejím cílem je prognóza budoucích makroekonomických ukazatelů a se snahou na základě analýzy nejrůznějších ukazatelů kvantifikovat jejich dopad na ekonomiku jako celek a následně především na akciové kurzy.

K nejdůležitějším faktorům globální analýzy z pohledu české ekonomiky patří:

- reálný výstup ekonomiky HDP,
- inflace,
- úrokové sazby,
- peněžní nabídka,

- fiskální politika,
- mezinárodní pohyb kapitálu,
- ekonomické a politické šoky,
- světové akciové trhy.

2.1.2 Odvětvová analýza

Odvětvová analýza tvoří druhou úroveň fundamentální analýzy. Přímě navazuje na globální analýzu. Na rozdíl od globální analýzy se odvětvová analýza zaměřuje na specifické faktory ovlivňující odvětví. Důvodem, proč se tato analýza provádí je, že různá odvětví jsou různě citlivá na celkový vývoj ekonomiky. Mezi odvětvové faktory, které působí na zisky, vnitřní hodnotu a akciové kurzy patří :

a) Citlivost odvětví na hospodářský cyklus

Existují odvětví cyklická, anticyklická a neutrální.

b) Tržní struktura odvětví

Tržní strukturu odvětví dělíme podle počtu firem v daném odvětví, podle druhu vyráběných produktů, zdali existují překážky vstupu do odvětví a podle toho jak se tvoří v daném odvětví cena. Na základě těchto charakteristik dělíme trhy s dokonalou konkurencí a nedokonalou konkurencí. Teorie rozeznává čtyři základní tržní struktury, a to monopolní strukturu odvětví, oligopolní strukturu odvětví, monopolistickou konkurenci, dokonalou konkurenci.

c) Vliv vládní regulace

Všechna odvětví ekonomiky jsou určitým způsobem regulována. Některá přísněji a jiná méně. Regulace má velký vliv na růst a výnosnost daného odvětví, proto jí je věnována velká pozornost ze strany analytiků. Odvětví může být regulováno ze strany státu pomocí nejruznějších standardů a norem, které musí firma plnit, to může na jedné straně přispívat ke kvalitnější produkci společnosti zároveň taky může vytvořit tzv. oligopolní odvětví.

Všechny výše uvedené faktory ovlivňují nákladovou situaci firem, ziskovost anebo postavení firem na trhu, proto je jim věnována velká pozornost. Na každé odvětví působí tyto faktory specifickým způsobem, proto se k nim musí přistupovat se zvláštním důrazem.

2.1.3 Analýza konkrétní společnosti

Dalším neméně důležitý krokem fundamentální analýzy je zhodnocení finanční situace konkrétní společnosti. Výsledkem této analýzy by mělo být stanovení vnitřní hodnoty aktiva. Aktuální kurz akcie se pohybuje kolem této hodnoty . Propoččet vychází z historických dat.

Analýza se skládá ze dvou kroků. Nejprve se provede finanční analýza vybrané společnosti a pomocí speciální metod se stanoví vnitřní hodnota akcie. Akciový kurz osciluje kolem této vnitřní hodnoty a porovnáním těchto dvou parametrů se zjišťuje, jestli je aktivum nadhodnocené nebo podhodnocené.

Existují několik metod pro stanovení vnitřní hodnoty akce. Ve finanční ekonomii se používají zejména následující metody:

- a) dividendové diskontní modely,
- b) ziskové modely,
- c) modely cash flow,
- d) bilanční modely,
- e) historické modely.

a) Dividendový diskontní model

Dle Musílka (2002) je vnitřní hodnota akcie součtem současné hodnoty budoucích dividend do n -tého období a současné hodnoty očekávané prodejní ceny v n -tém období. N -té období může být nekonečně vzdálené, poněvadž akcie jsou zpravidla neumořitelné. Jestliže se n blíží nekonečnu, pak současné hodnoty očekávané prodejní ceny se blíží nule. Tedy vnitřní hodnotu akcie můžeme definovat jako současnou hodnotu dividend, podle následujícího vzorce:

$$VH = \frac{D}{r}, \quad (2.1)$$

kde D je hodnota dividend v prvním roce a r je požadovaný výnos.

Rovněž existují dvoustupňové a třístupňové dividendové diskontní modely.

b) Ziskové modely

Ziskové modely jsou založeny na ukazateli P/E, tedy price-earning ratio. Ukazatel P/E je podílem aktuální tržní ceny akcie a posledního zveřejněného zisku společnosti, představuje množství peněžních jednotek, které je investor ochoten zaplatit za jednu jednotku zisku společnosti. Tento ukazatel je velmi nestabilní a dosahuje různých hodnot na jednotlivých národních trzích, proto pro výpočet vnitřní hodnoty je využíván normální P/E.

c) Modely cash flow

Dle Musílka (2002) metoda stanovení vnitřní hodnoty akcie na základě modelu cash flow je založena na tom, že se nejprve stanoví celková hodnota firmy. Vnitřní hodnota akcií se získá tím, že se od celkové hodnoty firmy odečte hodnota cizího kapitálu. Kde platí:

$$\text{celková vnitřní hodnota akcií} = \text{celková hodnota firmy} - \text{celková hodnota závazků} \quad (2.2)$$

Celková hodnota firmy se stanoví jako suma současných hodnot očekávaných cash flow při financování vlastními zdroji a současné hodnoty daňového štítu při použití cizích zdrojů.

d) Bilanční modely

Tyto modely vycházejí z dat zveřejňovaných v bilanci akciové společnosti. Musílek (2002) popisuje pět metod pro stanovení vnitřní hodnoty akcie na bilančním principu, kdy se vychází z historických dat. Vesměs jsou založeny na stanovení odlišných hodnot.

- účetní hodnota – je definována jako rozdíl mezi aktivy a cizím kapitálem společnosti. Využívá se zde ukazatel PBV, který vyjadřuje podíl aktuální tržní ceny akcie a účetní hodnoty vlastního jmění. Tato hodnota by se měla využívat pouze jako pomocný ukazatel.
- substanční hodnota - vychází z rozdílu mezi hodnotou účetních aktiv a cizích pasiv, neboli tzv. účetní hodnoty podniku. Dále se tato hodnota upravuje o tiché rezervy, goodwill, know-how a skutečnou hodnotu nesprávně oceněných aktiv, rezervní položky a odpisy. Vnitřní hodnota akcie se stanoví jako podíl substanční hodnoty podniku a počtu emitovaných akcií.
- likvidační hodnota – představuje množství peněžních prostředků, které je možné získat tehdy, když firma ukončí svoji činnost a prodá všechna svá aktiva, vyrovná všechny své závazky a zbytek majetku rozdělí mezi akcionáře. Bývá považována za dolní hranici ceny akcie.
- reprodukční hodnota – používá reprodukční náklady, které jsou nutné na nové pořízení aktiv při současných cenách. Jestliže nejsou dodatečné náklady při likvidaci firmy, pak likvidační a reprodukční hodnota jsou totožné.
- substituční hodnota – vyjadřuje takovou hodnotu akcie, která je stanovena s využitím srovnání se substitučními společnostmi. Tato hodnota je ovšem problematická, protože opomíjí úspory ze sortimentu a rozsahu a v praxi je velmi obtížné najít vhodné srovnatelné firmy.

e) Historické modely

Historické modely vychází z porovnání dvou veličin, a to průměrné historické tržní ceny a nějaké další průměrné historické veličiny. Vyskytují se tyto typy:

- P/S model (tržní cena / tržby),
- P/D model (tržní cena / dividendy),
- P/BV model (tržní cena / účetní hodnota),
- P/CF model (tržní cena / cash flow).

2.2 Technická analýza

Technická analýza na rozdíl od fundamentální analýzy vychází z publikovaných tržních dat, tedy tržních cen jednotlivých akcií, indexů, objemů obchodů a technických indikátorů. Podle Musílka (2002) je hlavním cílem technických analytiků prognózování krátkodobých cenových pohybů akcií nebo akciových indexů, přičemž je ani tak nezajímá cenová úroveň, ale jsou zejména interesováni v odhalování cenových změn.

Základními znaky technické analýzy jsou:

- je postavena na tržních datech,
- zaměřuje se na cenové změny a cílem je načasování nákupních nebo prodejních rozhodnutí,
- je založena na interních faktorech,
- je určena pro převážně krátká období.

Důležitým prvkem technické analýzy je hypotéza, že akciové kurzy vykazují trendové chování a zároveň se akciové kurzy přizpůsobují novým informacím postupně a se zpožděním, nová rovnovážná cena se nevytváří okamžitě.

Technická analýza vychází z několika základních předpokladů, viz Musílek (2002):

- tržní cena je určována na základě vztahu mezi nabídkou a poptávkou,
- nabídka a poptávka je ovlivněna fundamentálními a psychologickými faktory,
- akciové kurzy se pohybují v trendech z důvodů informačních zpoždění,
- změny trendů se dají předvídat studiem historických cen a objemů obchodů,
- využívají se grafické formace, které se pravidelně opakují k prognózování budoucího kurzu.

Mezi hlavní využívané metody technické analýzy patří analýzy grafů minulých vývojů cen akcií neboli charting a dále sledování určitých indikátorů. Pomocí těchto metod se snaží chartisté a další analytici sestavovat obchodní strategie a indikovat vhodné okamžiky k nákupu nebo prodeji cenného papíru. Součástí technické analýzy je rovněž tzv. Dowova teorie.

2.2.1 Grafické metody

Podle Polácha (2002) jsou grafické metody založeny na odhalování pravidelně se opakujících formací, které mohou být vztaženy na celý trh nebo na jednotlivé akcie. Techničtí analytici využívající těchto metod se nazývají chartisté. Základní formou grafické analýzy je pro technické analytiky je sledování tzv. obrazců a trendových kanálů. Jsou to formace, které se v kurzech znovu a znovu opakují jsou podle chartistů poměrně stabilní, protože jsou založeny

na psychologii trhu (lidé mají tendenci se chovat v určitých situacích podobně). Existují dvě formy vyhledávání obrazců, a to pomocí svícových a čárových grafů. Tvorba trendových kanálů je založena na představě, že existují určité hranice kolísání cen akcií. Analýza spočívá v tom, že pokud se cena cenného papíru k této hranici přiblíží, ať shora či zdola jedná se o signál změny trendů v budoucnosti. Chartisté rovněž předpokládají, že v časových řadách lze najít i pravidelně opakující se cykly. Tyto cykly jsou obvykle ztotožňovány se sezónními výkyvy, hospodářským cyklem, měsíčními pravidelnostmi.

2.2.2 Metody založené na technických indikátorech

Musílek (2002) tvrdí, že metody založené na technických indikátorech analyzují tržní, objemové nebo cenové charakteristiky celkového akciového trhu nebo jednotlivých akcií. Jedná se o jednoduché ukazatele, které signalizují vhodný okamžik k nákupu nebo prodeji cenného papíru nebo zda je trh překoupen (overbought) nebo přeprodán (oversold). Na základě jejich předpokladu cena cenného papíru na překoupeném trhu půjde dolů a naopak na předprodaném nahoru a jedná se v podstatě o signály k nákupu či prodeji.

Mezi nejpoužívanější metody technické analýzy lze zařadit například šíři trhu, nová maxima a nová minima, klouzavé průměry, relativní sílu, momentum, anticyklické indikátory.

2.2.3 Dowova teorie

Dle Musíla (2002) Dowova teorie vychází z předpokladu, že většina akcií se chová na akciových trzích podobným způsobem, zatímco jen velmi málo akciových titulů vykazuje odlišné chování. Tato domněnka dává možnost znázornit celkový trh pomocí indexů. Základem této teorie jsou tyto teze:

- a) Akciové indexy odráží všechny relevantní informace a představují skutečný obraz tržní situace.
- b) Rozlišuje tři druhy trendů, a to primární, sekundární a terciální. Primární trend představuje rozsáhlé vzestupné nebo sestupné pohyby v délce trvání více než 1 rok. Sekundární trend představuje kratší méně významné kolísání kurzu v délce od 3 měsíců do 1 roku. Terciální trend bývá součástí primárního nebo sekundárního trendu a představuje krátkodobé fluktuace v časovém horizontu několika dnů.
- c) Jestli že kursový vzestup dosáhne vyšší úrovně než byla předchozí úroveň a každý kursový pokles je zastaven na vyšší úrovni než předchozí, jedná se o tzv. „býčí trh“. Pokud primární trend je v poklesu a každý další pokles je větší než předchozí a každý vzestup se zastaví na nižší úrovni než předchozí jedná se o tzv. „medvědí trh“.

2.3 Psychologická analýza

Psychologická analýza je založena na analýze chování účastníků burzovních obchodů. Předpokládá se, že na vývoj kurzů aktiv v krátkém časovém horizontu mají vliv psychologické reakce investorů a že tito investoři se nechovají racionálně. Významnými průkopci této metody byli ekonomové John Maynard Keynes a André Kostolany.

Tato analýza vychází z tzv. teorie davu. Dav lze charakterizovat jako skupinu investorů, kteří se chovají jako jednotlivci. Investor je součástí kolektivní investiční hry. Investoři se vystavují silnému tlaku masové psychologie ze strany davu. Tento jev je patrný na akciových trzích především v krátkém období. Existuje několik základních teorií používaných v psychologické analýze:

a) Keynesova investiční psychologie

Musílek (2002) považuje Johna Maynarda Keynesa za odpůrce silné likvidity akciových trhů a investory považuje za spekulanty, protože se rozhodují na základě prognózování kolektivní psychologie. Polách (2002) naopak výrazem podnikavost označuje činnost vyplývající z předvídání budoucího výnosu akciového instrumentu po celou dobu jeho životnosti.

b) Kostolanyho burzovní psychologie

A. Kostolany rozdělil obchodníky na burze do dvou skupin, a to:

- Spekulanti – investují na dlouho dobu, nechovají se emociálně a neřídí se podle davu. Jestliže trh mají v rukou, tak se říká že je v tzv. „pevných rukou“ a je přeprodáný.
- Hráči – investují krátkodobě, investují na základě tzv. „horkých tipů“, představují větší část burzovního publika, chovají se emociálně a jednají podle davu. Jestliže se trh nachází v rukou hráčů, tak je v tzv. „roztřesených rukou“ a je překoupený.

c) Teorie bublin

Cílem této teorie se vysvětlení iracionálního chování akciových trhů. Dle Polácha (2002) se kurzy podle této teorie v určitém okamžiku začnou odchylovat od vnitřní hodnoty. Jednoho dne tržní ceny spadnou a bublina splaskne.

Významnými příklady bublin bylo Tulipánové šílenství na holandském trhu v 1. pol. 17. stol., dále Tichomořská bublina na začátku 18. století, krach na New Yorské burze v roce 1929 a prasknutí bubliny v roce 2000, kde se jednalo o investice do informačních technologií.

3 Hypotéza efektivních trhů

Jedním z dalších přístupů, který se nabízí pro vysvětlení pohybů akciových kurzů, je hypotéza efektivních trhů. Metody, které byly popsány v předcházející kapitole patří mezi tzv. metody spekulativní a odráží se od tržní efektivnosti, respektive z předpokladu, že trh není efektivní a je možné dosáhnout vyššího než normálního výnosu.

První zmínky o hypotéze efektivních trhů se dají objevit v příspěvcích od Bacheliera (1900) a empirického výzkumu Cowlese (1933). Francouz Bachelier využívá teorii pravděpodobnosti pro analýzu vývoje cen na francouzské burze, bohužel jeho práce časem upadá v zapomnění. Až v roce 1965 na ni opět poukáže Samuelson (1965). Propracovaná teorie efektivních trhů pak byla vyvinuta ve Francii ekonomem Famou (1970), který definoval základní tři typy efektivností na trzích. Tuto teorii pak dále více rozvedl Malkiel (1992) a nabídl více explicitní vymezení definice efektivnosti.

Je nesporné, že již proběhla celá řada výzkumu tohoto jevu, což je v neposlední řadě patrné i v terminologii, neboť se v literatuře, zejména v česky psané, upouští od označení „hypotéza efektivních trhů“ a stále častěji se používá označení „teorie efektivních trhů“. Jaký je mezi nimi metodologický rozdíl? Hypotézu lze považovat za předpoklad, domněnku, která nabízí závěry o existenci určitého jevu, přičemž tento závěr není možno považovat za plně dokázaný. Teorie je potom chápána jako systém poznatků založených především na praktickém poznání skutečnosti, tzn., že jedná o vědecky zdůvodněné poznatky vycházející z hypotézy. Tržní efektivnost je tedy možné považovat za komplex hypotéz, přičemž některé prvky těchto hypotéz jsou společné ekonomickému způsobu myšlení, a to například racionalita a racionální očekávání, zatímco jiné mají pouze podpůrný charakter. Oba výše uvedené pojmy budou používány v následujících kapitolách jako synonyma.

Cílem této kapitoly bude popsat a shrnout teorii efektivních trhů, vysvětlit jednotlivé formy efektivnosti a jejich vztah k akciovým analýzám. Na závěr budou vymezeny předpoklady pro fungování této teorie.

3.1 Definice efektivního trhu

Při definici efektivního trhu je nutné dbát na správném vysvětlení pojmu efektivní. Termín efektivní v této teorii se především nezaměřuje na porovnávání nákladů a výnosů z nějaké činnosti, kdy je důležitá snaha o dosažení maximálního rozpětí mezi nimi. V tomto případě se totiž jedná spíše o hospodárnost než efektivnost z pohledu, kterým se nyní budeme zabývat.

Trh může být:

- alokačně efektivní,
- transakčně efektivní,
- informačně efektivní.

Dle Hájka (2006, str. 4) se pojem alokační (někdy Pareto) efektivnost používá v souvislosti s hodnocením vlivu alokace zdrojů prostřednictvím trhu na celkové bohatství, kdy tržní ceny mají zaručovat rovnost rizikově upraveného výnosu ze všech aktiv. Transakční (operační) efektivnost je spojena s náklady a riziky směny finančních zdrojů a aktiv na (ne)organizovaných trzích, které jsou udržovány na nízké úrovni prostřednictvím dostatečně konkurenčního prostředí. Teorie efektivních trhů ovšem vychází ze třetího typu efektivnosti, a to efektivnosti informační. Informační efektivnost je spojená s oceněním aktiv na trhu, tedy vychází z cen. Trhy jsou informačně efektivní tehdy, když ceny plně reflektují všechny dostupné souvztažné fundamentální informace.

Všechny tři typy efektivnosti jsou ovšem navzájem provázané. Informační efektivnost trhu sílí s růstem alokační a operativní efektivnosti, což naznačuje že pro informačně efektivní trh jsou oba typy efektivnosti nezbytné viz Veselá (1995).

Pro charakteristiku teorie efektivních trhů použijeme volně přeloženou definici od Malkiela (1992):

Kapitálový trh je efektivní, jestliže kurzy aktiv plně a správně reflektují všechny související informace. Tedy, trh je efektivní s respektováním skupiny informací, jestliže kurzy cenných papírů budou ovlivněny informacemi dostupnými všem účastníkům. Kromě toho, efektivita spojená se těčto skupinou informací znemožňuje dosahovat ekonomického zisku z obchodování.

Při detailnějším pohledu na tuto definici můžeme říci, že první věta je základní definice teorie efektivnosti a zbývající dvě věty tuto definici rozvádí dvěmi alternativními způsoby. Druhá věta nám říká, že teorie efektivních trhů může být testována s použitím informací dostupných pro účastníky trhů. Samozřejmě toto tvrzení z teoretického hlediska je jasné, bohužel samotné testování je v praxi poměrně obtížné. Třetí věta se dotýká možnosti dosahování zisků na efektivním trhu. Tedy, že efektivita trhů se měřit pomocí hodnocení zisků z obchodování. Tento přístup je obvykle základem mnoha empirických studií.

Východiskem teorie efektivních trhů je tedy tvrzení že akciové kurzy odrážejí všechny významné fundamentální informace dostupné na trhu. Na efektivních trzích nedochází k rozdílům mezi vnitřní hodnotou a tržní cenou akcie. Můžeme tedy říci, že informace jsou

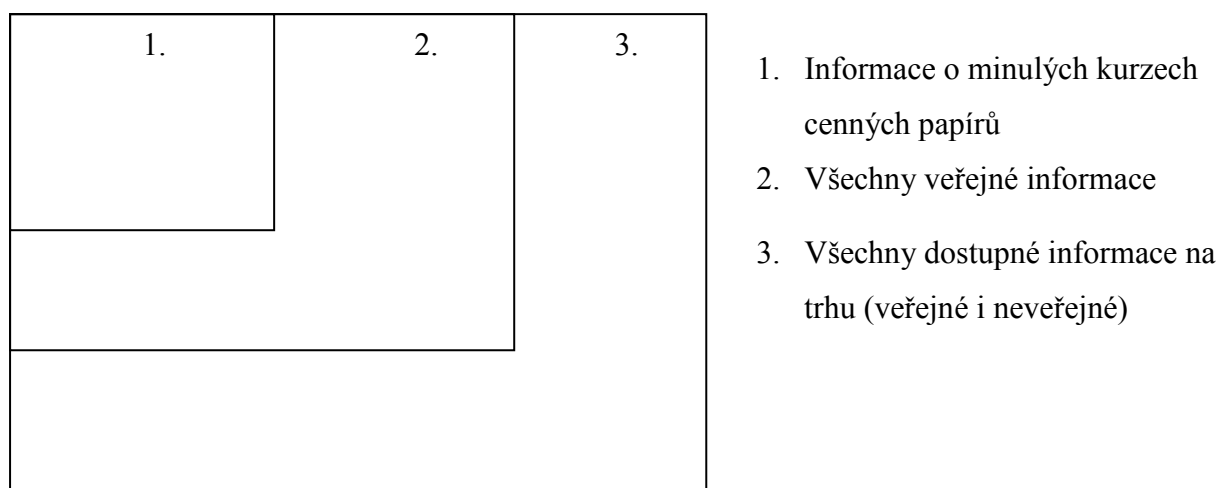
nejlepším možným odhadem skutečné hodnoty cenných papírů. Na takovýchto efektivních trzích neexistují nadhodnocené a podhodnocené cenné papíry a není možné dosahovat vyšších než normálních zisků, což je podstatou všech analýz cenných papírů a tyto analýzy na efektivním trhu pozbývají smyslu.

Na efektivních trzích jsou pohyby kurzů cen akcií náhodné. Ceny cenných papírů jsou využívány k ocenění firem, protože vychází z dostupných informací. Informace jsou okamžitě vstřebávány do cen a trh slouží jako obraz poskytující zprávy o zásadních veličinách a pružnosti ekonomiky a dalších významných faktorech ovlivňující tržní hodnotu firmy.

3.2 Formy efektivnosti trhu

Význam informací pro efektivní trh je naznačený v definici uvedené v kapitole 3.1. Díky informacím můžeme totiž míru efektivnosti trhů měřit. Informace dostupné na trhu můžeme rozdělit do tří základních skupin, viz následující obrázek.

Obr. 3.1 Rozdělení dostupných informací do tří množin



Zdroj: Veselá (1995)

První skupina informací je nejširší a nejobsáhlejší, patří zde naprosto všechny informace dostupné jakýmkoli subjektům o ekonomické situaci, firmách a odvětvích. Druhá velká skupina, která je zároveň podmnožinou všech dostupných informací jsou informace dostupné široké veřejnosti neboli informace veřejné. Do této podmnožiny pak patří nejmenší skupina historických informací o vývoji cen cenných papírů.

Tohoto rozdělení informací dále využijeme pro definování jednotlivých forem efektivnosti trhu. Ty vychází ze zkoumání, který typ informací je okamžitě vstřebáván kurzy cenných

papírů. Fama (1970) na základě výše uvedeného rozdělení definoval tři formy efektivnosti trhu, které jsou popsány v následujících subkapitolách.

3.2.1 Slabá forma efektivnosti

Tato forma efektivnosti se vztahuje ke třetí, tedy nejmenší skupině informací o minulých kurzech cenných papírů. Předpokládá, že současné ceny cenných papírů kompletně absorbují všechny minulé informace. Z toho vyplývá, že nemá smysl zkoumat historické řady kurzů a z toho předvídat budoucí vývoj, protože jakákoli minulé informace byla již vstřebána do ceny a ta již přiměřeně reagovala, takže není možné do budoucna předpokládat jakoukoli následnou reakci spojenou s touto minulou informací. Budoucí kurzové reakce a tomto typu trhu jsou spojeny pouze se novými, neočekávanými informacemi. Při této formě efektivnosti relativní změny kurzů splňují hypotézu náhodné procházky, ta bude podrobněji popsána v další kapitole této práce.

Při zkoumání vztahu mezi slabou formou efektivností a akciovými analýzami lze říci, že jakékoli analýzy, které staví na minulých datech jsou bezpředmětné. V tomto případě se jedná o technickou analýzu, která, jak již bylo zmíněno v první kapitole, vychází ze zkoumání minulého vývoje pomocí nejrůznějších technik. Na slabě efektivním trhu jsou akciové kurzy zafixovány na úrovni, která reflektuje všechny podstatné informace z minulosti a při hledání nadhodnocených či podhodnocených titulů musíme využít jiných typů analýz, které vycházejících i jiných informací, než těch minulých. V tomto případě to může být například analýza fundamentální, používající i informace současné.

3.2.2 Středně silná forma efektivnosti

S druhou skupinou množinou veřejných informací je spojená další forma efektivnosti trhu, a to forma středně silná. Kapitálový trh dosahuje střední formy efektivnosti pokud aktuální ceny v sobě zahrnují nejen historické informace, ale zároveň mají v sobě zahrnuté navíc i všechny veřejně dostupné informace. Konkrétně to mohou být například účetní zprávy firem, stav ekonomiky, přírodní i politické události a všechny ostatní dosažitelné informace, které zohledňuje tržní hodnota firmy.

Podle Veselé (1995) reakce kurzů cenných papírů mohou být spjaty pouze s informacemi, které nebyly zveřejněny, veřejnost je nezná a jedná se tedy o informace neveřejné neboli „inside.“ Je tedy zřejmé, že se budoucí pohyb kurzů cenných papírů nebude odvíjet od již uveřejněných minulých či současných informací.

I u této formy efektivnosti se podáváme na propojení s akciovými analýzami. Tvzení, že jsou všechny veřejné informace okamžitě vstřebány do akciových kurzů odsuzuje v podstatě jakoukoli akciovou analýzu. Dá se říci, že využívání zveřejňovaných informací pozbývá v tomto případě smysl a tedy ani technická a ani fundamentální analýza je neúčinná, protože vycházejí právě z tohoto druhu informací. Jednou možností, jak je možné se pokusit doschnout výnosu je snaha o získání inside neboli neveřejných informací, které ale jsou obtížně dostupné, obvykle pomocí nelegálních či neetických praktik.

3.2.3 Silná forma efektivnosti

Pokud kurz cenných papírů reaguje téměř okamžitě na všechny tři skupiny informací, jak bylo uvedeno v kapitole 3.2, pak se jedná o silnou formu efektivnosti trhu. Na takovémto trhu současné kurzy v sobě zahrnují všechny dostupné informace, a to jak veřejné, tak i neveřejné tzv. vnitřní informace. Tato forma efektivnosti vede k tomu, že na trhu neexistuje žádná informace, které by mohli investoři využít a získat tak výhodu při nákupu nebo prodeji. Pohyb akciových kurzů je na takovémto trhu zcela náhodný a respektuje vnitřní hodnotu akcie.

Trh v této formě efektivnosti je rovněž nazýván trhem perfektním, protože kurz cenného papíru představuje v jakémkoli okamžiku skutečnou, pravdivou a objektivní hodnotu cenného papíru, protože zohledňuje všechny možné informace.

Na takovém to perfektním trhu je nemožné dosáhnout nadprůměrného výnosu, protože neexistuje časový prostor pro získání jakékoli výhody. Všechny veřejné i neveřejné informace jsou okamžitě vstřebány od akciových kurzů a je nemožné disponovat informací dříve než vznikne. Z toho plyne závěr, že akciové analýzy jsou opět neúčinné.

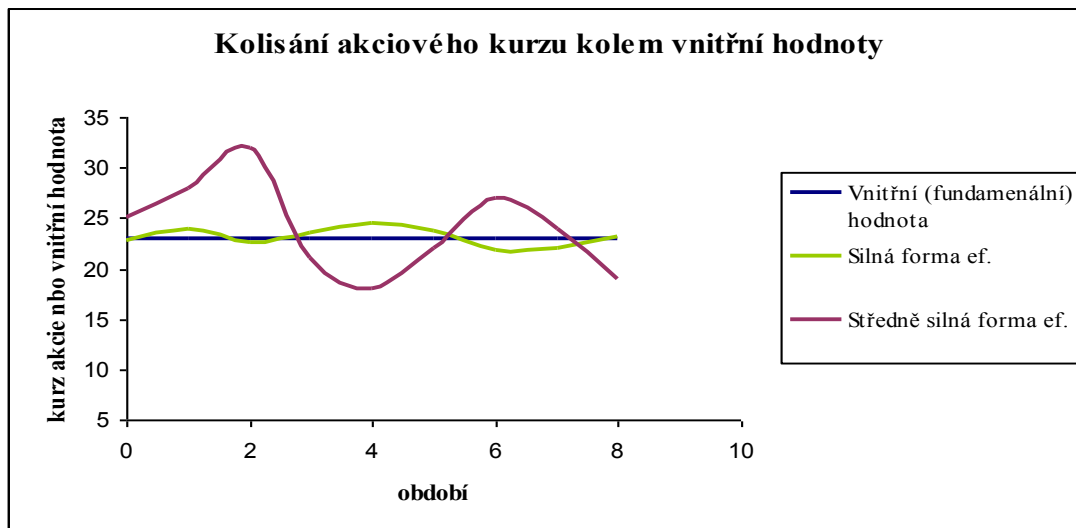
3.2.4 Vztah mezi efektivitou trhu a vnitřní hodnotou akcie

Základním krokem je správné ocenění akcie a porovnání této ceny s vnitřní hodnotou. Z výše uvedených charakteristik je dáno, že na silně efektivním trhu jsou ceny všech instrumentů rovny jejich vnitřním hodnotám, neboli fundamentálním hodnotám.

Pro znázornění vztahu mezi vnitřní hodnotou akcie a dalšími dvěmi formami efektivnosti využijeme následujícího obrázku 3.2. Z grafu je na první pohled patrné, že pro jednotlivé formy efektivnosti se míra kolísání akciového kurzu kolem vnitřní hodnoty liší. Největší výkyvy vykazuje slabá forma efektivnosti, protože kurzy zohledňují pouze minulé informace. Zde je rovněž největší prostor pro dosahování zisků, ale i ztrát. Při středně silné formě efektivnosti trhu se míra kolísání výrazně sníží, skoro na minimum, ale úplně nezmizí. Zde je

malý prostor pro dosažení nadprůměrných zisků. Kolísání kolem vnitřní hodnoty akcie mizí až při silné formě efektivnosti, kdy se kurz v každém okamžiku rovná vnitřní hodnotě.

Obr. 3.2 Kolísání akciového kurzu kolem vnitřní hodnoty akcie v závislosti na míře efektivnosti trhu



Zdroj: Veselá (1995)

3.3 Předpoklady teorie efektivních trhů

Stejně jako každá jiná ekonomická teorie, tak i teorie efektivních trhů má své předpoklady, které musí být splněny, aby byly zabezpečeny podmínky pro fungování daných jevů přesně, jak to popisuje teorie. V případě teorie efektivních trhů se spíše než o předpoklady jedná o soubor institucionálních podmínek. Tato kapitola proto bude věnována právě vymezení těchto institucionálních podmínek. Podle Veselé (1995) lze rozlišit celkem šest základních institucionálních podmínek efektivních trhů.

a) Ziskový motiv investorů

Předpokládá se existence investorů, kteří se snaží pomocí všech dostupných zdrojů a prostředků nalézt nadhodnocené a podhodnocené cenné papíry za účelem dosažení zisků. Podhodnocený cenný papír nakoupí a nadhodnocený se snaží na trhu prodat. Existence tohoto typu investorů na trhu je velice užitečná, protože svým působením vyrovnávají nabídku a poptávku a zajišťují dosažení rovnovážného stavu.

b) Tržní prostředí a postavení účastníků na trhu

Tento předpoklad představuje přiblížení se dokonale konkurenčnímu trhu, který je charakteristický velkým počtem účastníků uvažujících zcela nezávisle na sobě, neexistují zde bariéry pro vstup na trh, neomezený přístup k informacím. Předpokládá se zde snaha čisté konkurenční prostředí s volným postavením jednotlivých účastníků trhu.

c) Informace a informační systémy

Dostatek rychlých, dostupných a správných informací je jedním z hlavních předpokladů fungování teorie efektivních trhů. Volný tok informací zajišťuje informovanost nejen pro jednoho investora, ale také přispívá k zajištění tzv. transparentnosti čili průhlednosti trhu všeobecně. Zároveň v současné době nabývají na významu informační systémy, které se zabývají získáváním, shromažďováním a tříděním informací.

d) Kvalitní infrastruktura

Tento předpoklad, je úzce propojen předcházejícím. Kvalitní infrastrukturou je myšleno vytvoření takového systému obchodování na kapitálovém trhu, který odpovídal všem vysokým požadavkům něj kladeným. Měl by totiž být pružný, bezchybný, zabezpečovat kvalitní, rychlé a srozumitelné zpracování.

e) Likvidní trh

Tedy takový trh, kde je možné rychle a s minimálními transakčními náklady přeměnit méně likvidní finanční instrumenty na instrumenty likvidní, tedy takové, které lze okamžitě použít na úhradu svých závazků. Likviditu ovlivňuje rozvětvenost neboli dichotomie trhu. Dalším faktorem který ovlivňuje likviditu je existence nelegálního trhu nebo přesídlování finančních instrumentů z trhů domácích na trhy zahraniční. S likviditou také souvisí výše transakčních nákladů.

f) Kvalitní právní legislativa

Důležitým předpokladem pro fungování efektivního trhu je existence soustavy zákonů, která vytvoří vhodné prostředí pro investiční aktivity. Zákony mají zabezpečit rovnost mezi subjekty a ochranu jejích práv a zamezit nelegálním praktikám, daňovým únikům a podvodům.

3.4 Charakteristiky efektivního trhu

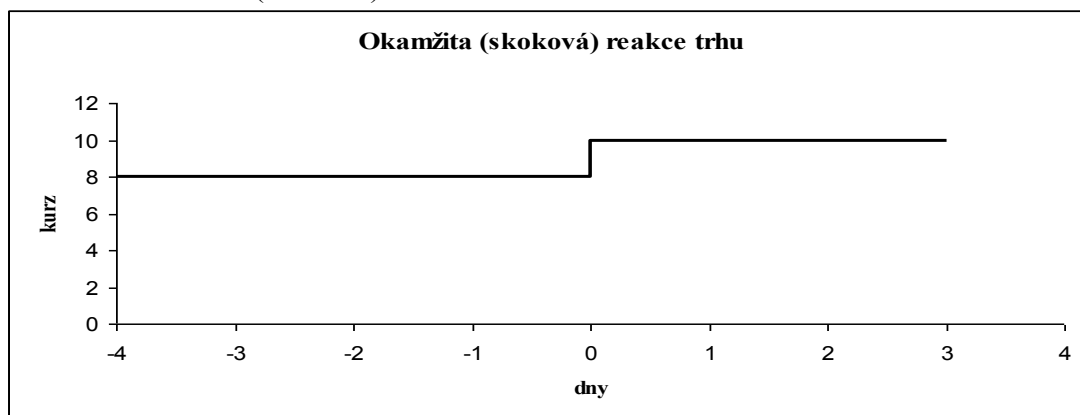
Existují základní čtyři charakteristiky efektivního trhu, které budou blíže rozebrány v následujících podkapitolách. To umožní preciznější vymezení samotné jeho podstaty. Týkají se oblastí jako je reakce na novou informaci, náhodných změn v kurzech, otázka dosahování dlouhodobých výnosů smyslu obchodních strategií na efektivních trzích. Jednotlivé charakteristiky jsou ovšem navzájem provázané a dá se říci, že jedná vyplývá ze druhé.

3.4.1 Reakce kurzu finančního na novou informaci

Na trhu může nastat několik typů reakcí, které mnohdy probíhají propojeně a zároveň. Popíšeme tedy každou z nich a jejich dopad na efektivitu trhu.

Reakce okamžitá nebo také skoková bude první analyzovanou. Tuto reakci lze graficky znázornit pomocí obrázku 3.3.

Obr. 3.3 Okamžitá (skoková) reakce trhu.

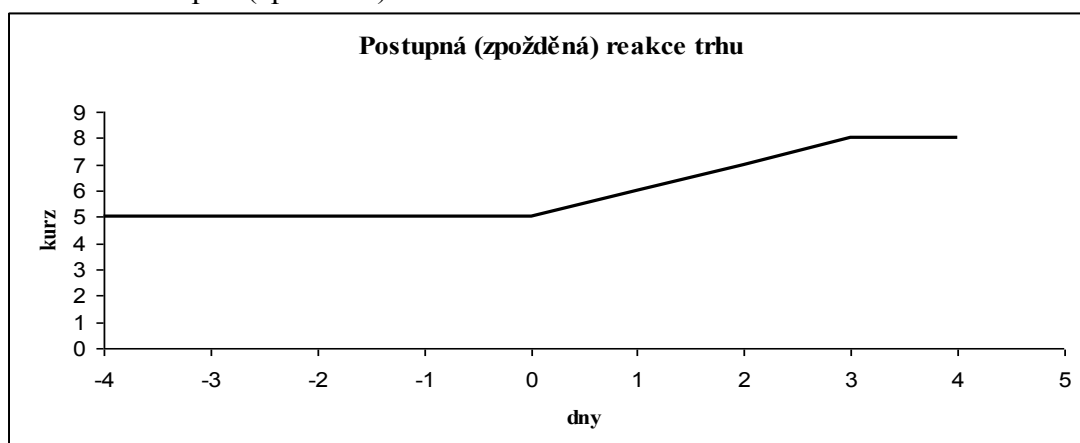


Zdroj: Veselá (1995)

Reakce tohoto druhu je prudká a uskuteční se velice rychle. Kurz do sebe okamžitě vstřebá novou informaci a přizpůsobí se velice rychle. Nelze uvažovat s jakýmkoli dalším pohybem spojeným s danou informací. Tento typ reakce je spojen s pojmem efektivní trh, protože kurzy reagují na nové informace ihned, jakmile jsou dostupné.

Dalším typem je reakce zpožděná nebo také postupná. Grafické znázornění tohoto typu reakce lze vidět na obrázku 3.4.

Obr. 3.4 Postupná (zpožděná) reakce trhu na novou informaci



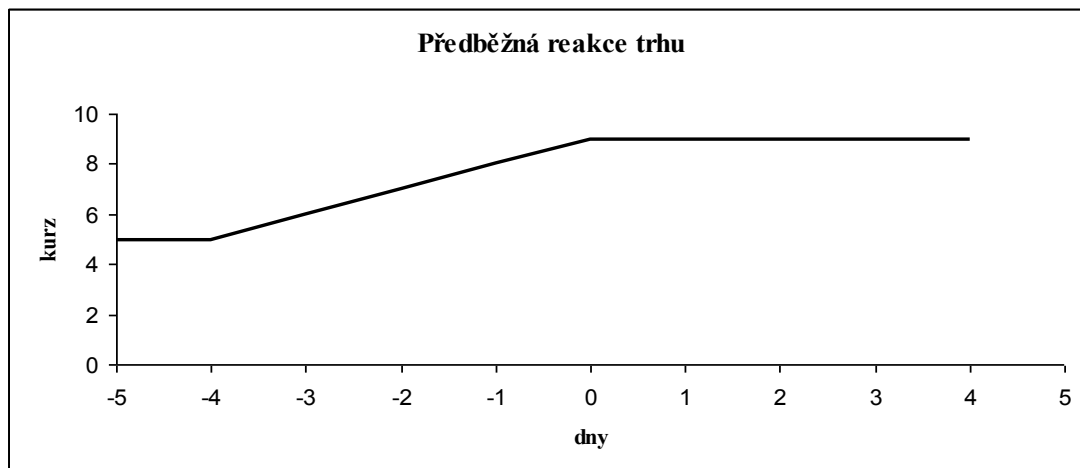
Zdroj: Veselá (1995)

Na novou kurzotvornou informaci trh reaguje s časovým zpožděním. Informace totiž nejdříve putuje k nejlépe informovaným subjektům (instucionálním investorům) a až následně je informován subjekt, který realizuje rozhodnutí o nákupu či prodeji titulu. Změna poptávky po

titulu se projeví až po nějakém čase od uveřejnění informace. Takový to typ reakce je samozřejmě neslučitelný s pojmem efektivní trh.

Další typem vyskytujícím se na trhu je reakce předběžná. Má svoje specifika a její grafické zobrazení lze vidět v obrázku 3.5.

Obr. 3.5 Předběžná reakce trhu na novou informaci

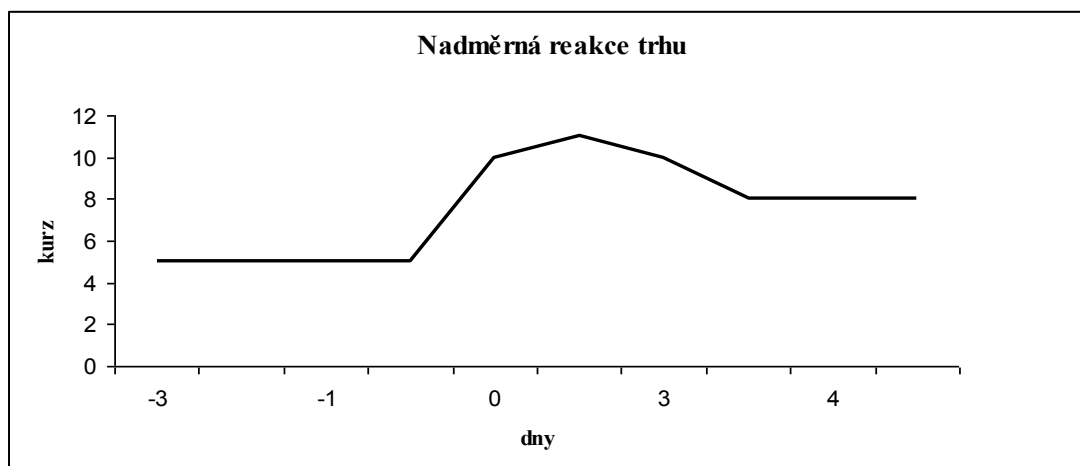


Zdroj: Veselá (1995)

Kurz reaguje s předstihem na novou informaci, tedy ještě předtím, než je tato informace dostupná, díky unikům inside informací. Využívání inside informací pro dosahování zisků porušuje předpoklady efektivního trhu, protože přestává být splněna podmínka rovného postavení účastníků na trhu a z toho je jasné, že tento typ reakce není konzistentní s efektivním trhem.

Posledním typem možné kurzové reakce je reakce nadměrná, zobrazena v obrázku 3.6.

Obr. 3.6 Nadměrná reakce trhu na novou informaci



Zdroj: Veselá (1995)

Jak lze vidět z grafu, kurzová reakce na novou informaci je přehnaná, a to se týká jak pozitivního, tak i negativního charakteru informace. Příčinou takovéto nadměrné reakce je

nebývalé nadšení či pesimismus investorů spojené s novou informací. Toto nadšení vyšvihne kurz nad rovnovážnou pozici, následně ovšem optimismus opadne a investoři mění své investiční rozhodnutí, což posune kurz zpátky k jeho objektivní hodnotě. Nadměrná reakce má svůj psychologický základ. Tento druh reakce rovněž není konzistentní pro efektivní trh.

Nyní byly popsány všechny možné typy reakcí, ke kterým může teoreticky na trhu dojít. Obvykle ovšem nenastávají separovaně, nýbrž propojeně. Na závěr lze shrnout, že je daný typ reakce, který je konzistentní s efektivním trhem je reakce skoková. Ostatní tři typy se vymykají definici efektivního trhu a jeho předpokladům a jsou charakteristické pro trh neefektivní.

3.4.2 Náhodné změny v kurzech

Významnou charakteristikou efektivního trhu je rovněž tvrzení, že všechny kurzové změny cen cenných papírů jsou na sobě absolutně nezávislé a náhodné. Pro efektivní trh platí, jak bylo zmíněno výše, že trh reaguje na novou neočekávanou informaci okamžitě a skokově bez časových zpoždění. Z toho lze vyvodit, že jakýkoli další kurzový pohyb je způsoben další neočekávanou informací spojenou s jiným časovým okamžikem. Tyto informace jsou na sobě nezávislé, protože jedna není ovlivněna druhou a ani nevyvolává.

Dle Veselé (1995) jestliže jsou informace vyvolávající změnu kurzu nezávislé, tedy náhodné jsou náhodné i změny kurzů vyvolané těmito informacemi. Náhodná informace je charakteristická nemožností její predikce a tudíž ani možnosti jejího využití ve prospěch investora a tedy pokud je informace predikovatelná, tedy očekávaná nelze pak o následné reakci kurzu na tuto informaci říct, že je náhodný.

Přesto, že teorie efektivních trhů předpokládá, že kurz je vždy objektivní, bylo empiricky dokázáno, že ve skutečnosti na trzích dochází k opakujícím se anomáliím. Ty budou popsány a vysvětleny níže:

a) Akvizice a fúze

V případě, když se jedna společnost slučuje s druhou nebo při skoupení dochází k abnormálním výkyvům kurzů obvykle směrem vzhůru. Lze totiž očekávat snížení nákladů podniku a z pohledu investorů snížení rizika.

b) Kótování na burzách

Je doprovázeno růstem kurzů. Tento efekt je vyvolán dvojím způsobem, a to buď přechodem akcií z neorganizovaného trhu na trh organizovaný, nebo přechodem již kótovaných akcií na

jinou burzu. Souvisí se zvýšenou likviditou na trhu a je vnímáno jako zvýšení kvality společnosti a tedy jako snížení rizika.

c) Efekt nízkého P/E

Jedná se o poměr kurzu akcie a zisku po zdanění na jednu akcii - čím nižší je P/E, tím vyšší je výnos. Při nízkém P/E znamená, že na akcii připadá vyšší zisk, který je dále možné reinvestovat, či vyplatit větší podíl na dividendách a to se pozitivně odrazí v budoucnosti ve formě vyššího výnosu.

d) Efekt malých firem

Navazuje na efekt nízkého P/E. Společnosti s nízkou kapitalizací jsou schopné realizovat větší výnos. Velikost společností je v inverzním vztahu s výnosem, což potvrzují studie Stoll, Whaley (1983), kdy byla zjištěna silná pozitivní korelace mezi průměrnou cenou akcie a tržní hodnotou společnosti. Investoři menší společnosti vyhledávají méně z důvodů nízké likvidity a vyššího rizika a proto jsou jejich ceny nižší ve srovnání s většími firmami ve stejné ekonomické situaci.

e) Týdnový efekt

Dle studie Gibbonse a Hesse (1981) v pondělí dochází k největším změnám v akciových kurzech, a to především negativním. Pravděpodobně způsobeno mimo jiné oznamování negativních zpráv v pátek po uzavření obchodování, po víkendové nervozitě na trzích a přehodnocení svých investorských pozic přes víkend. Změny ve zbývajících dnech v týdnu nejsou až tak významné, kromě středy a pátku. Tohoto investor může využít při konstrukcích svých obchodních strategií, které mohou být úspěšné.

f) Lednový efekt

V lednu je výnos menších společností na akciových trzích mimořádně vysoký. Studii provedl Keim (1983), kdy objevil negativní vztah mezi velikostí firmy a nadprůměrným výnosem. Za příčinu lednového efektu můžeme označit daňovou optimalizaci na konci roku a vyplácením vánočních prémie, poklesy trhů v prosinci z důvodů vyšších potřeb peněžních prostředků domácnostmi.

3.4.3 Dlouhodobé výnosy investorů na efektivním trhu

O třetí charakteristice, a to o dlouhodobých výnosech na efektivním trhu, jsme se zmínili na začátku této kapitoly v popisu jednotlivých forem efektivnosti. Nyní bude definováno, jaký by měl být dlouhodobý výnos investorů na efektivním trhu. Tato charakteristika především vychází z předpokladu ziskového motivu investorů, kde bylo řečeno, že pokud investoři jsou schopni identifikovat potenciální ziskové příležitosti na trhu a dokáží se rychle tomu

přizpůsobit a zvýšit svoji poptávku, čímž následně vyženou kurz nahoru a eliminují tím možný počet ziskových příležitostí. Čím rychleji tento proces probíhá, tím více jsou reakce kurzu na podněty skokové, tak příznačné pro efektivní trh a zároveň v dlouhodobém horizontu se výrazně eliminují výrazné ziskové a ztrátové příležitosti. To vede k tomu, že celkový dlouhodobý výnos ze statistického hlediska se neodchyluje od normálního zisku, tedy tržního průměru poměru rizika a výnosu.

Z výše uvedeného můžeme vymezit třetí charakteristiku, že na efektivním trhu žádný investor nedokáže v dlouhém období dosáhnout nadprůměrného výnosu při dané míře rizika. Touto charakteristikou není ovšem myšleno to, že na efektivním trhu investor nikdy za sledované období nedosáhne vyššího výnosu, to se samozřejmě může stát. Charakteristika říká, že není možné dosahovat nadprůměrného, tedy výnosu vyššího s ohledem na ostatní po celé dané dlouhodobější období, tedy opakovaně a trvale.

3.4.4 Obchodní strategie na efektivním trhu

Stejně jako ostatní, tak i čtvrtá charakteristika navazuje na ty předchozí. V souvislosti s tím, že na efektivním trhu není možné dlouhodobě dosahovat nadprůměrných výnosů lze najít odpověď a otázku, jaký je osud obchodních strategií na těchto trzích. Žádné obchodní strategie, které hledají příležitosti pro dosažení vyššího výnosu na efektivním trhu nefungují. Je to dáno tím, na trhu jsou reakce kurzů na nové informace tak rychlé, že zde není časový prostor pro realizaci obchodní strategie. Zároveň zde jsou všechna aktiva správně oceněná, kurzy cenných papírů se v každém okamžiku rovná jejich vnitřním hodnotám a není tudíž možné rozeznat nadhodnocené a podhodnocené cenné papíry, ty totiž neexistují. Z toho plyne, že investiční strategie zaměřující se na hledání špatně oceněných aktiv jsou na efektivním trhu neúčinné.

Čtvrtá charakteristika dle Veselého (1995) znamená, že na plně efektivním trhu musí selhat všechny napodobené obchodní a investiční pravidla a strategie. Předtím je ovšem důležité určit úroveň, podle které lze obchodní strategie třídit jako účinné a neúčinné. Tato úroveň se nazývá tzv. kritérium účinnosti strategie s určuje velikost rizikově očištěného výnosu, kterého musíme s danou strategií přinejmenším dosáhnout. Tato hranice by neměla být příliš vysoká, aby zbytečně neodsuzovala ještě přijatelné investiční strategie. Jako vhodné kritérium účinnosti je považován CAPM model, který respektuje lineární vztah mezi výnosem a rizikem cenného papírů. Je rovněž důležité zohlednit velikost daní a transakčních nákladů souvisejících s jednotlivými investičními strategiemi, které mohou výnos zneutralizovat.

4 Modely efektivních trhů a základní přístupy k testování informační efektivnosti

Testování hypotézy efektivnosti trhů se rozpadá na testování tří forem efektivnosti, a to formy slabé, středně silné a silné. Testování jednotlivých forem se liší svoji náročností. Zatímco v případě slabé formy se jedná spíše o jakýsi technický problém, u formy středně silné je testování hodně komplikované a u silné formy skoro nemožné z důvodů nedostatků podkladových dat. V případě silné formy efektivnosti trhu, kdy jsou v cenách zahrnuty všechny veřejné i neveřejné informace, je testování skoro nemožné právě z důvodu neveřejnosti, čili tajnosti informací. Dle Hájka (2006) pracují využitě modely s neveřejnými informacemi, které jsou nepřímo odvozeny z údajů o nákupech a prodejkách nad či pod středem kurzového rozpětí tvůrců trhu během obchodního dne. Na středoevropských trzích jsou přímé informace o sledování aktivit investorů s přístupem k neveřejným informacím po většinu sledovaného období nedostupné. V testování středně silné formy efektivnosti se setkáváme s obdobným problémem s dostupností informací. Je zde problém odhalit okamžik vstřebání informace do kurzu a jaký na něj mají vliv.

Pro testování slabé formy efektivnosti existuje řada modelů a přístupů. Dle Hájka (2006) u testů slabé formy efektivnosti se lze v zásadě setkat se standardními postupy aplikovanými na vyspělých trzích. Zahrnují testy lineárních závislostí náhodné složky *ex ante* definovaných (fundamentálních) modelů či konkrétních regresních modelů. Použití simulačních modelů zůstává spíše výjimečné

Z důvodů dispozice pouze historických dat o vývojkách cen akcií bude tato část diplomové práce zaměřena na popis jednotlivých modelů, podle kterých lze testovat slabou formu efektivnosti trhu a přiblížena metodologie empirického testování v další části práce.

4.1 Modely efektivních trhů

V předchozí části práce byla jako čtvrtá charakteristika uvedena nahodilost kurzových změn. Mnoho modelů testování efektivnosti trhu vychází právě z testování nahodilostí. Jako fundamentální model formování cen na kapitálových trzích, který využívá právě nahodilostí výnosů je model náhodné procházky (Random Walk).

Na pojem náhodné procházky lze narazit již ve studiích Pearsona (1905), který se snažil definovat optimální metody hledání opilce zanechanému svému osudu na nějakém místě. Došel k závěru, že předpokládáme-li, že opilec se pohybuje naprosto náhodně a v nepředpokládaném směru s největší pravděpodobností ho nalezneme poblíž místa odkud

vyšel než kdekoli jinde. Následně tento postup byl aplikován v oblasti financí u časových řad výnosů, u nichž se dá usuzovat, že se chovají náhodně v závislosti na nové informaci.

V literatuře se lze setkat s několika variantami náhodné procházky. Dle Campbell a kol. (1997) existují 3 modely náhodné procházky a zároveň tzv. model martingálu.

4.1.1 Model martingálu a spravedlivé hry

Model martingálu lze v podstatě považovat za jeden z prvních modelů pro posuzování cen finančních aktiv. Počátky jeho tvorby sahají až k teorii her a ke zrodu teorie pravděpodobnosti. Tento model vychází z definice spravedlivé hry, což je taková hra, jejíž podmínky neumožňují ani jednomu z hráčů zvolit herní strategii, která by byla výhodnější než herní strategie, které mohou zvolit ostatní hráči. Dle Veselého (1995) je východiskem tzv. „spravedlivá hra“. Pokud reakce na novou, neočekávanou informaci je okamžitá, není zpožděná, vzniká na trhu situace, kdy není rozdíl mezi skutečným a očekávaným výnosem z daného cenného papíru a trh funguje jako tzv. „poctivá hra“. Následně tedy model martingálu můžeme charakterizovat jako stochastický proces P_t , který splňuje následující podmínku, viz Campbell a kol. (1997):

$$E[P_{t+1}|P_t, P_{t-1}, \dots] = P_t \quad (4.1)$$

nebo obdobně,

$$E[P_{t+1} - P_t | P_t, P_{t-1}, \dots] = 0. \quad (4.2)$$

Jestliže P_t představuje cenu cenného papíru v čase t , pak martingalová hypotéza tvrdí, že očekávaná cena zítra bude stejná, jako v dnes, s ohledem na historický vývoj ceny. Obdobně očekávaná změna ceny, podmíněna vývojem ceny bude nula, takže pravděpodobnost růstu či pádu ceny je stejná. Z pohledu předvídání je nejlepším odhadem budoucí ceny je jednoduše cena dnešní.

Obdobně lze výše uvedenou hypotézu zapsat s využitím výnosů cenného papíru, viz Veselá (1995):

$$r_{i,t+1} = E(r_{i,t+1} / \theta_t) + \varepsilon_{i,t+1}, \text{ kde} \quad (4.3)$$

$r_{i,t+1}$ je skutečný výnos z cenného papíru i v období $t+1$, θ_t je soubor dostupných informací v čase t , $E(r_{i,t+1} / \theta_t)$ je očekávaný výnos cenného papíru i v čase $t+1$ za podmínek

informačního souboru dostupného v čase t (tedy pouze minulých informací), $\varepsilon_{i,t+1}$ je predikční chyba v čase $t+1$ u výnosu z i -tého cenného papíru.

Predikční chyba pro splnění podmínek spravedlivé hry musí být tzv. nesystematická, a proto musí být splněny tři podmínky:

- kumulativní hodnota predikční chyby u všech pozorování musí být 0, tedy podmínka nestrannosti ve vztahu k očekávanému výnosu,
- predikční chyba nesmí být kolerovaná s očekávanými výnosy, tedy podmínka nezávislosti,
- predikční chyba i -tého cenného papíru není současně sériově kolerovaná s predikční chybou j -tého cenného papíru, tedy podmínka efektivity.

Dle Campbell a kol. (1997) byl tento pomocný model byl dlouho považován za nezbytnou podmínku slabé formy efektivity trhu, kde minulé informace okamžitě, plně a trvale odráží v ceně cenného papíru. Trh je tedy efektivní pokud nelze dosahovat zisků na základě informací obsažených v milém cenovém vývoji, taktéž proto očekávané budoucí cenové změny, závislé na minulém vývoji cen musí být rovné nule. Na základě toho lze použít tvrzení, že čím je trh efektivnější, tím víc náhodné jsou posloupnosti cenových změn. Ačkoli tento model zahrnuje omezení očekávaných výnosů nebere v potaz rizikovost aktiv.

Tento model se stal silným nástrojem v teorii pravděpodobnosti a statistice a také má své místo v moderní teorii o cenách cenných papírů. Rovněž vedl k rozvoji úzce souvisejícího modelu, a to modelu náhodné procházky.

4.1.2 Modely náhodné procházky

Jak již bylo výše uvedeno, viz Campbell a kol. (1997), lze rozlišit tři typy modelu náhodné procházky. Tyto tři typy se vzájemně liší vlastnostmi reziduální složky.

Model náhodné procházky I. (RW1)

První model náhodné procházky neboli Random Walk I. (RW1) je považován za nejjednodušší verzi. Tento první model předpokládá nezávislé a stejně rozdělené přírůstky cen a lze vyjádřit následující rovnicí:

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \approx IID(0, \sigma^2) \quad (4.4)$$

kde P_t je cena v čase t , μ je očekávaná cenová změna, taky označovaná jako dlouhodobá trendová složka, IID znamená (independently identically distributed), že veličina ε_t je nezávislá a stejně rozdělena náhodná veličina při nulové střední hodnotě a daném rozptylu σ^2 .

Nezávislost reziduální složky ε_t naznačuje, že náhodná procházka je taky spravedlivá, ale v mnohem silnějším smyslu než u modelu martingálu. Nezávislost znamená, že rezidua jsou nejen mezi sebou nekolerovaná, ale taky, že žádné nelineární funkce těchto reziduí nejsou kolerované. Předpoklad identického rozdělení reziduí je velmi restriktivní, akciové výnosy bývají v čase heteroskedastické, což ale tento základní model náhodné procházky nedovoluje.

K dalšímu rozvinutí modelu RW1 je nutno uvažovat s podmíněnou střední hodnotou a rozptylem v čase t , podmíněné na základě dané počáteční hodnoty P_0 v čase 0 dle následujícího vzorce:

$$E[P_t|P_0] = P_0 + \mu t \quad (4.5)$$

$$Var[P_t|P_0] = \sigma^2 t, \quad (4.6)$$

Z výše uvedeného je zřejmé, že náhodná procházka je nestacionární a že podmíněná střední hodnota a rozptyl jsou v čase lineární.

Pravděpodobně nejběžnější předpokládaným rozdělením reziduí je normální rozdělení. Jestliže ε_t jsou z IID $N(0, \sigma^2)$, pak se jedná o tzv. aritmetický Brownův pohyb.

Model náhodné procházky II. (RW2)

Dle Campbell a kol. (1997) model náhodné procházky I. je sice velice elegantní a jednoduchý, ovšem na kapitálovém trhu není vždy zachován předpoklad stejného rozdělení přírůstků, a to zejména v dlouhém období. Ceny na kapitálovém trhu ovlivňují ekonomické, politické, společenské, technologické a institucionální změny a rovněž právní regulační rámec, v delším časovém horizontu jsou tak měněny parametry distribučního rozdělení cenových přírůstků a denních výnosů.

Upustíme-li od předpokladu stejného rozdělení přírůstků cen na kapitálovém trhu, přičemž budeme i nadále zachovávat předpoklad jejich nezávislosti, jedná se o model náhodné procházky typu II. (RW2), kde náhodná procházka I. je pochopitelně jejím speciálním případem. V tomto modelu RW2 je prostor pro nepodmíněnou heteroskedasticitu v reziduální složce ε_t , tedy měnící se rozptyl přírůstků cen v čase.

Model RW2 sice nemá tak silné předpoklady jako náhodná procházka I., avšak umožňuje modelovat i mnohem obecnější postupy tvorby cen na kapitálovém trhu.

Model náhodné procházky III. (RW3)

Třetí typ náhodné procházky představuje asi nejjobecnější verzi náhodné procházky, zároveň se ale jedná o nejtestovanější typ v dosavadních empirických testech. Tento model na rozdíl od RW2 upouští od nezávislosti reziduí a obsahuje procesy se závislými, ale nekorelovanými reziduí. Jedná se o nejslabší formu náhodné procházky, který se nazývá Random Walk 3, neboli RW3 a zahrnuje jako speciální případy RW1 a RW2.

Příkladem procesu, který vyhovuje předpokladům modelu RW3, ale naopak nesplňuje předpoklady modelů náhodné procházky 1 a 2, je například proces, pro nějž platí, viz Campbell a kol. (1997):

$$\text{Cov}[\varepsilon_t, \varepsilon_{t-k}] = 0, \forall k \neq 0 \quad (4.7)$$

a zároveň

$$\text{Cov}[\varepsilon_t^2, \varepsilon_{t-k}^2] \neq 0 \text{ pro } k \neq 0. \quad (4.8)$$

Takovýto proces má nekorelované přírůstky cen, které ovšem zjevně nejsou nezávislé, protože druhé mocniny přírůstků jsou korelované.

Srovnání jednotlivých typů náhodných procházek a modelu martingalu

Dle Campbell a kol. (1997) existují různé druhy závislosti mezi výnosy aktiv r_t a r_{t+k} ve dvou obdobích t a $t+k$. Pomocí charakteristiky těchto závislostí lze srovnat či uspořádat jednotlivé modely náhodné procházky a martingal modelu. Dále je nutné definovat náhodné proměnné $f(r_t)$ a $g(r_{t+k})$, kde jsou $f(\cdot)$ a $g(\cdot)$ dvě arbitrážní funkce při předpokladu situace:

$$\text{Cov}[f(r_t), g(r_{t+k})] = 0. \quad (4.9)$$

Pro všechny t a $k \neq 0$. Pro vhodně vybrané $f(\cdot)$ a $g(\cdot)$, jsou pak různé verze hypotézy náhodné procházky a modelu martingalu zachyceny v tabulce 4.1 a lze je interpretovat také jako podmínky ortogonalit (kolmosti), viz Campbell a kol. (1997):

Tabulka 4.1 Srovnání jednotlivých typů RW a Martingal modelu

$Cov[f(r_t), g(r_{t+k})] = 0$	$g(r_{t+k}), \forall g(\cdot)$ Lineární	$g(r_{t+k}), \forall g(\cdot)$
$f(r_t), \forall f(\cdot)$ Lineární	Nekorelované rezidua, RW3: $Proj[r_{t+k} r_t] = \mu$	-
$f(r_t), \forall f(\cdot)$	Martingal (Fair Game) Model: $E[r_{t+k} r_t] = \mu$	Nezávislost reziduí, RW1 a RW2: $Pdf(r_{t+k} r_t) = Pdf(r_{t+k})$

Zdroj: Campbell, Lo, MacKinlay (1997)

$Proj[y|x]$ - lineární projekce y na x, $pdf(\cdot)$ - funkce hustoty pravděpodobnosti

Jestliže budou $f(\cdot)$ a $g(\cdot)$ definovány jako lineární funkce, pak ze vztahu (4.9) plyne sériová nekorelovanost výnosů odpovídající modelu náhodné procházky III. Dále pak pokud bude definované $f(\cdot)$ jako nelineární a $g(\cdot)$ jako lineární funkce, pak tento případ odpovídá modelu martingalu. A nakonec, jestliže vztah (4.9) platí pro všechny funkce $f(\cdot)$ a $g(\cdot)$, jsou výnosy vzájemně nezávislé, což koresponduje s modelem náhodné procházky typu I. a II

4.2 Základní statistické testy slabé formy hypotézy efektivního trhu

Čtvrtá kapitola obsahuje také přehled metodologie testování hypotézy efektivních trhů, tedy její slabé formy efektivnosti. Smyslem kapitoly je podat přehled metod následně využitých v empirické části práce, viz kapitola 5. Přehled metod je sestaven s ohledem na testovaná data, relativně omezené časové řady a rovněž omezené, nízký stupeň jejich detailu a další specifiky.

Přehled metod testování slabé formy efektivnosti je zde rozdělen na dvě základní skupiny, a to na testy s využitím lineárních metod a na testy nelineární. Další členění je zaměřeno na testy jednotlivých forem náhodné procházky popsaných výše.

4.2.1 Testování slabé formy hypotézy efektivního trhu lineárními metodami

Do této skupiny testů lze zahrnout test poměru rozptylů, test sekvencí a zvrátů a Boxův-Pierceův test.

Test poměru rozptylů

Test lze pro časovou řadu s $nq+1$ pozorováními lze definovat následně:

$$VR(q) = \frac{\sigma^2(q)}{\sigma^2(1)} \quad (4.10)$$

kde $\sigma^2(q)$ je rozptyl q -tých diferencí podělený q a $\sigma^2(1)$ je rozptyl prvních diferencí.

Přičemž platí:

$$\sigma^2(q) = \frac{1}{m} \sum_{t=q}^{nq} (\ln P_t - \ln P_{t-q} - q\hat{\mu})^2 \quad (4.11)$$

a také

$$\sigma^2(1) = \frac{1}{nq-1} \sum_{t=1}^{nq} (\ln P_t - \ln P_{t-1} - \hat{\mu})^2, \quad (4.12)$$

$$\text{kde } m = q(nq - q + 1) \left(1 - \frac{q}{nq}\right), \quad (4.13)$$

$$\hat{\mu} = \frac{1}{nq} (\ln P_{nq} - \ln P_0), \quad (4.14)$$

tedy střední hodnota časové řady a P_0 a P_{nq} jsou první a poslední pozorování časové řady cen.

Tento test je v určitých modifikacích možné použít pro testování všech typů náhodné procházky. Za platnosti hypotézy náhodné procházky by se tedy podíl rozptylů $VR(q)$ měl blížit jedné. Pro aplikaci na jednotlivé typy náhodné procházky zavedeme dvě pomocné statistiky $z(q)$ a $z'(q)$ v závislosti na tom, zda uvažujeme pro reziduální složku ε_t ze vztahu (4.4) homoskedasticitu, tedy konstantní rozptyl, nebo heteroskedasticitu, tedy variabilní rozptyl. První případ homoskedasticity reziduální složky odpovídá RW1 a druhý případ heteroskedasticity koresponduje s RW2 a RW3. Vzorce testových statistik $z(q)$ a $z'(q)$, jež by obě za platnosti hypotézy měly asymptoticky odpovídat standardnímu normálnímu rozdělení $N(0,1)$, viz Diviš (2004) vypadají následovně:

$$z(q) = \frac{VR(q) - 1}{\sqrt{\Phi(q)}} \approx N(0,1), \quad (4.15)$$

kde

$$\Phi(q) = \frac{2(2q-1)(q-1)}{3q(nq)} \quad (4.16)$$

a

$$z'(q) = \frac{VR(q) - 1}{\sqrt{\Phi'(q)}} \approx N(0,1), \quad (4.17)$$

kde

$$\Phi'(q) = \sum_{j=1}^{q-1} \left[\frac{2(q-j)}{q} \right]^2 \hat{\delta}(j)$$

a

$$\hat{\delta}(j) = \frac{\sum_{t=j+1}^{nq} (\ln P_t - \ln P_{t-1} - \hat{\mu})^2 (\ln P_{t-j} - \ln P_{t-j-1} - \hat{\mu})^2}{\sum_{t=1}^{nq} [(\ln P_t - \ln P_{t-1} - \hat{\mu})^2]^2}. \quad (4.18)$$

Při použití jednotlivých statistik je nutno brát v úvahu, ke kterým jednotlivým typům náhodné procházky se vztahují. Tedy při využití statistiky $z(q)$, která platí pro RW1, je nutné ověřit, že reziduální složka ε_t odpovídá IID. Při použití statistiky $z'(q)$ je postačující ověřit její nezávislost nebo jen nekoleovanost. Dostatečně významné pro zamítnutí hypotézy náhodné procházky je, že podíl rozptylů není roven 1 na kterémkoliv časovém zpoždění.

Test sekvencí a zvrátů

Tento test patří mezi testy neparametrické, tedy nezávislých na konkrétním distribučním rozdělení tržních výnosů. Test sekvencí a zvrátů zkoumá nahodilosti výnosových měr a lze ho aplikovat na testování především náhodné procházky I. Samotný princip testu pak spočívá v porovnání frekvencí, tzv. sekvencí a zvrátů, kde sekvence je vždy dvojice po sobě jdoucích tržních výnosů se stejným znaménkem, kladným či záporným a zvrát je vždy dvojice po sobě jdoucích tržních výnosů s opačným znaménkem, tedy např. tržní pokles následovaný vzestupem nebo naopak tržní vzestup, po kterém přichází pokles, viz Diviš (2004).

Dle Tran Van Quang (2007) s využitím informací obsažených v pořadí těch pozorování v časové řadě lze konstruovat robustní test, který je nezávislý na zvoleném měřítku. Necht' r_t je denní výnosnost z držby akcií. Označme I_t jako následující náhodnou veličinu:

$$\begin{aligned} I_t &= 1, r_t = p_t - p_{t-1} > 0, \\ I_t &= 0, r_t = p_t - p_{t-1} \leq 0. \end{aligned} \quad (4.19)$$

Pomocí veličin I_t lze počet sekvencí N_s a počet zvrátů N_z v časové řadě délky T vyjádřit následujícím způsobem:

$$N_z = T - N_s \text{ a } N_s = \sum_{t=1}^T Y_t, \quad (4.20)$$

kde

$$Y_t = I_t I_{t+1} + (1 - I_t)(1 - I_{t+1}). \quad (4.21)$$

Pokud výnosové míry jsou nahodilé, potom Y_t má Bernoulliho rozdělení s parametrem p .

Dle Campbell a kol. (1997) platí, že pokud se logaritmy cen skutečně chovají jako RW1 bez driftu, tedy trendové složky a jestliže rozšíříme předpoklady o symetričnost rozdělení náhodných přírůstků ε_t , pak za platnosti hypotézy platí, že pravděpodobnost sekvence či zvratu v jakékoliv dvojici po sobě jdoucích tržních výnosů r_t je stejná, tudíž že poměr N_s / N_z , označovaný jako Cowles-Jonesův CJ poměr, by se měl přibližně rovnat 1. O něco sofistikovaněji může být CJ poměr interpretován jako konzistentní odhad poměru pravděpodobnosti sekvence π_t a pravděpodobnosti zvratu $1 - \pi_t$, odtud:

$$CJ = \frac{N_s}{N_z} = \frac{N_s / T}{N_z / T} = \frac{\hat{\pi}_s}{1 - \hat{\pi}_s} \xrightarrow{pr} \frac{\pi_s}{1 - \pi_s} = CJ = \frac{1/2}{1/2} = 1, \quad (4.22)$$

přičemž pr označuje konvergenci v pravděpodobnosti.

Během zkoumání mnoha historických časových řad tržních výnosů se však ukázalo, že CJ poměr je velice často průkazně větší než 1, což podle Cowlese a Jonese (1937) svědčí o určité struktuře v cenách akcií, která může být vysvětlena různými faktory.

Je tedy třeba opustit předpoklad nulové očekávané cenové změny (driftu), který teoretickou hodnotu poměru CJ silně ovlivňuje. Budeme-li totiž drift, ať už pozitivní či negativní uvažovat, je jasné, že pro RW1 bude poměr CJ vždy převyšovat hodnotu 1, protože výskyt sekvencí je v takovém případě pravděpodobnější než výskyt zvratů. Předpokládejme, že logaritmy cen $p_t = \ln P_t$ se chovají jako RW1 s driftem:

$I_t = 1$ s pravděpodobností π ,

$I_t = 0$ s pravděpodobností $1 - \pi$, (4.23)

$$\text{kde } \pi \equiv \Pr(r_t > 0) = \Phi\left(\frac{\mu}{\sigma}\right). \quad (4.24)$$

Je-li drift kladný, pak je pravděpodobnost $\pi > 1/2$, je-li drift záporný, je pravděpodobnost $\pi < 1/2$. Za těchto podmínek lze Cowles-Jonesův poměr CJ vyjádřit následujícím vztahem:

$$CJ = \frac{\pi^2 + (1 - \pi)^2}{2\pi(1 - \pi)} \geq 1. \quad (4.25)$$

Za platnosti hypotézy RW1 lze pak odvodit, že CJ má následující asymptoticky normální rozdělení:

$$\hat{CJ} \approx N\left(\frac{\pi_s}{1 - \pi_s}, \frac{\pi_s(1 - \pi_s + 2(\pi^3 + (1 - \pi)^3 \pi_s^2))}{T(1 - \pi_s)^4}\right). \quad (4.26)$$

Boxův-Pierceův test

Dle Tran Van Quang (2007) se v tomto testu zkoumá, zda se současně všechny autokorelační koeficienty statisticky významně liší od nuly. Využívá se k testování všech tří typů náhodné procházky. Výběrový autokorelační koeficient k -tého zpoždění v časové řadě výnosností je definován následovně:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r})}{\sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r})}, \text{ kde } k=1,2,\dots \text{ a } \bar{r} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_t, \quad (4.25)$$

kde T je počet pozorování a r_t je výnosnost v čase t .

Pokud jsou výnosy nezávislé, pak všechny autokorelační koeficienty časové řady výnosnosti by se měly rovnat nule. Toto lze otestovat pomocí Portmanteauové statistiky navržené Boxem a Piercem (1970):

$$\hat{Q}_m = T \sum_{k=1}^m \hat{\rho}^2(k), \quad (4.26)$$

Kde m je zvolený počet autokorelací. Tato statistika má asymptotické rozdělení χ_m^2 s m -stupni volnosti. Následně se testuje nulová hypotéza, tedy $H_0 : \rho(k) = 0$, pro všechna $k=1,2,\dots,m$ proti alternativní hypotéze, která předpokládá, že existuje $H_1 : \rho(k) \neq 0$ alespoň pro některá k .

4.2.2 Testování slabé formy hypotézy efektivního trhu nelineárními metodami

Efektivitu trhu lze rovněž testovat metodami nelineárními, protože ne vždy existují lineární vztahy ve výnosnosti v čase. Při využití nelineárních metod budeme vycházet z předpokladu, že výnos cenného papíru lze vyjádřit následovně:

$$r_t = g_t(r_1) + \varepsilon_t \cdot h_t(r_2), \quad (4.27)$$

kde ε_t je náhodný šum, který má blíže nespecifikované rozdělení F , tedy $\varepsilon_t \approx F(0,1)$, g_t a h_t jsou nelineární funkce, obsahující historické informace a r_1 a r_2 jsou vektory nezávislých

proměnných. Pokud nalezneme jednu, druhou nebo obě nelineární funkce, lze říct, že výnosnosti jsou nelineární v prvním, druhém nebo prvním a druhém momentu. Rovněž lze testovat vyšší řady momentů.

V této kapitole budou popsány vybrané testy nelinearity, a to Whiteův test, Engelův test a BDS test.

Whiteův test

Jedná se o statistický test, který předpokládá konstantní rozptyl, tedy homoskedasticitu reziduí v regresním modelu. Cílem tohoto testu je zjistit, zda rozptyl reziduí se systematicky mění v závislosti na všech regresorech regresního modelu, jedná se tudíž o testování náhodné procházky II. nebo III. typu. Pokud máme definovaný následující model:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_3 z_t + \varepsilon_t, \quad (4.28)$$

kde $t=1, \dots, T$, x_t a z_t jsou nezávislé proměnné, ε_t je residuální složka.

Whiteův test vytvoří pomocný model:

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \alpha_1 + \alpha_2 x_t + \alpha_3 z_t + \alpha_4 x_t^2 + \alpha_5 z_t^2 + \alpha_6 x_t z_t + v_t, \quad (4.29)$$

který je lineární regresi OLS-reziduí na konstantu, původní regresory, jejich čtverce a jejich součiny za předpokladu normálně rozdělené residuální složky v_t .

V pomocném modelu provedeme souhrnný F-test lineárních omezení, kde bude nulová hypotéza $H_0: \alpha_1 = \dots = \alpha_6 = 0$ oproti alternativní hypotéze H_1 : existuje alespoň jedno $\alpha_j \neq 0$, pro $j=1,2,3,4,5,6$.

Alternativně lze použít také LM (Lagrange multiplier) statistiku koeficientu determinace R^2 v pomocném modelu. Ta má χ^2 rozdělení se počtem stupňů volnosti jako počtu parametrů regrese mínus jedna.

Engelův test

Engelův test se využívá k testování RW3 a lze definovat následně, viz Tran Van Quang (2007). Necht' je výnosnost akcie za jedno období je vyjádřena vztahem: $r_t = f(r_{t-1}) + \varepsilon_t$, kde ε_t je podmíněný heteroskedastický proces s podmíněnou nulovou hodnotou $E(\varepsilon_{t+1}|\Omega_t) = 0$ a podmíněným rozptylem $E(\varepsilon_{t+1}^2|\Omega_t) = h_{t+1}$, kde Ω_t je množina informací, které jsou dostupné v čase t . Při splnění těchto požadavků vznikne model ve tvaru:

$$\varepsilon_t = v_t \cdot \sqrt{h_t}, \quad (4.30)$$

kde v_t má nespecifikované rozdělení $F(0,1)$ a zároveň pro $h_t = \sigma_t^2$ je autoregresivní proces vyjádřený vztahem:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2. \quad (4.31)$$

Z výše uvedeného vztahu je patrné, že ε_t nebo i r_t jsou nelineární ve druhém momentu. Nulová hypotéza při testování nelinearity ve druhém momentu předpokládá, že neexistuje korelace mezi σ_t^2 a ε_{t-j}^2 pro $j=1,2,3,\dots, p$. Tedy testuje se nulová hypotéza $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ oproti alternativní hypotéze H_1 : existuje alespoň jedno $\alpha_j \neq 0$, pro $j=1,2,3,\dots, p$.

BDS test

Název tohoto testu je odvozen z počátečních písmen jmen jeho tvůrců, což byli Brock, Dechert a Scheinkman (1987). BDS test patří mezi testy neparametrické a testuje se nulová hypotéza, že jsou data nezávislá a stejně rozdělená, při nespecifikované alternativní hypotéze. BDS test lze použít u výnosu, pokud předem odstraníme s použitím autoregrese lineární závislost. Test vychází z konceptu korelačního integrálu časové řady výnosností $C(n, m, \varepsilon)$ s n počtem pozorování, který pro zvolenou dimenzi vnoření je definován následovně, viz Tran Van Quang (2007):

$$C(n, m, \varepsilon) = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{m \leq t \neq s \leq n}^{n-1} H(\varepsilon - \|r_t - r_s\|), \quad (4.32)$$

kde ε je předem zvolené, dostatečně malé číslo, $H(z)$ je tzv. Heavisideova funkce, která nabývá hodnotu 1 když její argument je kladný a 0 když argument je záporný. Symbol $\| \|$ značí vzdálenost mezi dvěma zvolenými body. Korelační integrál je tedy podíl sobě blízkých párů výnosností r_t a r_s ; blízkost znamená, že jejich rozdíl je menší než předem zvolená malá hodnota ε .

Tvůrci testu dokázali, že pro nezávislé a stejně rozdělené výnosy platí:

$$C_m(\varepsilon) = C_1(\varepsilon)^m. \quad (4.33)$$

BDS statistika je definována následně, viz Netuka (1997):

$$BDS_m(n, \varepsilon) = \frac{\sqrt{n}}{\sigma_m(\varepsilon)} [C_m(n, \varepsilon) - (C_1(n, \varepsilon))^m]. \quad (4.34)$$

kde n je počet pozorování a $\sigma_m(\varepsilon)$ je odhad asymptotické směrodatné odchylky, definovaný jako:

$$\sigma_m(\varepsilon) = 4 \left[K^m + 2 \sum_{j=1}^{m-1} K^{m-j} C^{2j} + (m-1)^2 C^{2m} - m^2 K C^{2m-2} \right]. \quad (4.35)$$

Konzistentními odhady C a K jsou:

$$K = K_1(n, \varepsilon) = \frac{6}{n(n-1)(n-2)} \sum_{1 \leq i < j < k \leq n} I_\varepsilon(x_i, x_j) I_\varepsilon(x_j, x_k), \quad (4.36)$$

$$C = C_1(n, \varepsilon). \quad (4.37)$$

Vzdálenost ε se obvykle volí jako proporce směrodatné odchylky dat.

BDS_m konverguje v distribuci k normovanému normálnímu rozdělení $N(0,1)$ pokud se n blíží k nekonečnu. V praxi má BDS statistika asymptoticky normální rozdělení už tehdy, když zkoumané řady mají více než 500 pozorování.

4.3 Charakter finančních časových řad a možné problémy testování efektivnosti

Při testování efektivnosti v následující empirické části se bude pracovat s finančními časovými řadami. Tyto časové řady mají svá specifika a vlastnosti, které je třeba brát v úvahu při manipulaci s nimi.

Finanční časové řady oplývají mnoha odlišnostmi oproti ostatním ekonomickým časovým řadám. Vyznačují se specifickými rysy, které vyžadují netradiční postupy při jejich analýze. Základním charakteristickým rysem časových řad je vysoká frekvence dat. Finanční data jsou se obvykle sledují ve velice krátkých časových úsecích. Jedná se mnohokrát o denní, či dokonce hodinové data. Díky tomu nám odpadá problém datové nedostatečnosti a taky vzniká prostor k použití kvantitativně odlišných metod, protože lze snadněji odkrýt vlastnosti generujících stochastických procesů. Velká frekvence dat rovněž znamená, že na finanční časové řady mají vliv nejen faktory systematické ale i faktory nesystematického charakteru, což se v důsledku projevuje v jejich vysoké a proměnlivé volatilitě. Díky systematickým faktorům se ve finančních časových řadách projevují především složka trendová a cyklická.

4.3.1 Předpoklad normality časových řad

Dle Arlt (2003, str. 20) je jedním ze základních předpokladů, ze kterého se často vychází při manipulaci s finančními časovými řadami je skutečnost, že logaritmy výnosů mají normální

rozdělení s konstantní střední hodnotou μ a konstantním rozptylem σ_r^2 , tj. předpoklad $r_t \approx N(\mu, \sigma_r^2)$. Toto rozdělení je charakteristické tím, že je symetrické a jeho šikmost definována vztahem:

$$SK_r = E\left[\frac{(r_t - \mu)^3}{\sigma_r^3}\right] \quad (4.38)$$

je rovna nule. Jeho špičatost definována vztahem:

$$K_r = E\left[\frac{(r_t - \mu)^4}{\sigma_r^4}\right] \quad (4.39)$$

je rovna číslu 3.

Z empirické analýzy finančních dat bylo zjištěno, že u logaritmů se vyskytuje výrazná špičatost a zešikmení. Takováto rozdělení mají tzv. „tlustší konce“ než rozdělení normální. Proto bylo třeba hledat pravděpodobnostní rozdělení, které by lépe charakterizovalo vlastnosti dat než rozdělení normální. Proto vznikl návrh aplikovat tzv. stabilní rozdělení. Jedná se o třídu rozdělení, které jako zvláštní případ patří do normálního rozdělení. Je charakteristickou vlastností, že součet náhodných veličin má stejné rozdělení jako jednotlivé náhodné veličiny, stejně jako ostatní rozdělení patřící do skupiny normálního rozdělení. Toto stabilní rozdělení mnohem lépe zachycuje charakteristiky četností logaritmických výnosů finančních časových řad, a to především jejich výraznou špičatost a tzv. „tlusté“ konce. Ty přímo souvisí s jejich vlastnostmi, což je nekonečný rozptyl a momenty řádu vyššího než 2. Dle Arlt (2003, str. 24) výběrový rozptyl a výběrová charakteristika špičatosti dat generovaných nenormálním stabilním rozdělením s rostoucím rozsahem datového souboru nekonzvergují, nýbrž rostou do nekonečna. Právě otázka existence rozptylu a také otázka rozdělení výnosů v krátkém a dlouhém období se staly velmi diskutovanými faktory. Odpůrci stabilního rozdělení se ve svých empirických studiích se snaží prokázat, že v praktických situacích rozptyl konverguje a že s rostoucím časovým horizontem se logaritmus výnosu blíží k normálnímu rozdělení.

4.3.2 Předpoklad linearity časových řad

Dalším významným předpokladem časových řad, ze kterého vychází analýzy, je linearita logaritmů výnosů. Předpokládá se, že logaritmy výnosů jsou nekorelované stejně rozdělené náhodné veličiny s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem, nebo nezávislé stejně rozdělené náhodné veličiny s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem. V prvním případě se jedná o proces bílého šumu a ve druhém striktního bílého šumu, viz Arlt (2003).

Ve skutečnosti obvykle ale podmínka nulové střední hodnoty nebývá splněna a v častých případech nebývá splněna ani podmínka nekorelovanosti logaritmů výnosů.

Z empirických testů bylo zjištěno, že společnou vlastností logaritmu výnosů je proměnlivá variabilita, tedy volatilita. Volatilita se mění ve velmi krátkých úsecích časových řad a některé výnosy mohou být považovány za extrémní hodnoty. Volatilita se rovněž mění ve shlucích. Došlo se ke zjištění, že s variabilitou je spojená úroveň a síla autokorelace. Všechny výše uvedené vlastnosti časových řad vyplývají z ekonomické podstaty trhu a chování jednotlivých ekonomických subjektů.

4.3.3 Vliv mikrostruktury trhu na vlastnosti časových řad

Vlastnosti finančních časových řad může rovněž modifikovat mikrostruktura trhu. Mezi nejdůležitější skutečnosti ovlivňující charakter časových řad patří tzv. nesynchronní obchodování. Efekt nesynchronního obchodování vzniká zejména u časových řad cen akcií v okamžiku, kdy frekvence pozorovaných dat, tedy závěrečné kurzy převyšuje periodu skutečného obchodování. Vzniká to v důsledku existence dnů, kdy se neobchoduje. Nerespektování skutečnosti nesynchronního obchodování může způsobovat zdánlivou autokorelaci v časové řadě logaritmu denních výnosů a tato autokorelace je způsobena „zadržováním“ informace v neobchodních dnech. Existuje mnoho modelů pro kvantifikaci tohoto jevu, viz Campbell a kol. (1997).

Velmi důležitou vlastností kapitálového trhu je jeho likvidita, zajišťuje totiž pro investory rychlé a anonymní obchodování. Likviditu zajišťují obchodníci, kteří na objednávku nakupují a prodávají akcie, měny apod. Cena nákupu a prodeje se ovšem liší, nakupuje se za nabídkovou cenu a prodává se za poptávkovou cenu. Rozdíl mezi těmito cenami je cena za likviditu trhu. Tento aspekt se rovněž může projevit ve finančních časových řadách. Jedná se o problém s tzv. transakční cenou. Ta by se měla ztotožňovat s oběma výše uvedenými cenami. Vzniká rovněž otázka, z jakých cen počítat výnosy. Cenové pohyby mezi nabídkovou a poptávkovou cenou mohou způsobovat zdánlivou volatilitu či autokorelaci v časové řadě. Tyto problémy se ovšem při analýzách dlouhých časových řad nejsou tak výrazné, jako v případě krátkých řad.

Další aspektem, který je třeba zmínit v důsledku ovlivnění finančních časových řad je skutečnost, že ceny jsou udávány nespojitě i když se jedná o spojitou veličinu. To může způsobovat tzv. cenové shlukování.

4.3.4 Volba dat a jejich transformace

Další otázkou, která musí být řešena, je výběr titulů, které budou analyzovány. Musí být rozhodnuto také o analyzovaném trhu. Pro testy efektivnosti trhů v této práci musí být

vybrány takové emise, které umožňují rychlé spekulace. Musí být obchodovány každý den, a to v relativně velkých objemech. Jiným standardním problémem je volba transformací testovaných ukazatelů. Výběr transformací je v zásadě jen technickým problémem, řešitelným klasickými statistickými nástroji. Např. při rozhodování, zda budou testy náhodnosti aplikovány na denní změny kursů (jejich difference) nebo denní výnosy, může být vybrána ta veličina, která lépe splňuje předpoklad homoskedasticity.

4.3.5 Manipulace kursů

Posledním a zcela specifickým problémem je manipulace kursů. Na vyspělých trzích s vysokou likviditou není nutné brát možnost manipulace vůbec v úvahu, protože manipulace kursem je zde příliš nákladná a proto v podstatě nereálná. Na méně vyspělých trzích je s ní však nutné počítat. Technická analýza ji není schopna bez dodatečných fundamentálních a psychologických informací rozeznat. Možnost manipulace však spolu s nízkou likviditou výrazně zvyšuje spekulantovo riziko. V této práci bude možnost manipulace kursem ignorována. Jedná se o korektní řešení, protože skutečný technický analytik může spekulaci odhalit také výhradně z kursovních historických dat.

4.4 Studie zaměřené na testování slabé formy hypotézy efektivního trhu

Kapitálové trhy se v současné době stávají oblastí velkého zájmu vědců a teoretiků. Bylo rozvinuto mnoho hypotéz o chování cen cenných papírů. Většina těchto hypotéz se ovšem odráží od teorie efektivních trhů. Mnoho hypotéz je totiž založených na podmínce efektivity či neefektivity trhu.

V návaznosti s větším zájmem o pochopení chování cen cenných papírů dochází také k rozvoji hypotézy efektivních trhů. Počátky empirického testování byly zaměřeny především na potvrzení náhodného chování cen akcií. Největší rozmach zájmu o tuto hypotézu byl v od 70. let, v té ji době závěry většiny studií podporovaly. Výsledky testů se lišily v závislosti na testovaném trhu.

Tato podkapitola je věnována souhrnnému zhodnocení závěrů dosavadních studií zabývajících se teorií efektivních trhů, jak v České republice, tak i v zahraničí. Budou zde shrnuty závěry především těch studií, ze kterých vychází tato diplomová práce. Jednotlivé studie se liší typem zpracovávaných dat, testovaným obdobím a využitými metodami.

4.4.1 Akciový trh v ČR

Český kapitálový trh má na rozdíl od zbytku světa poměrně krátkou historii. Během posledních let se objevila řada studií zabývajících se hypotézou efektivního trhu. Níže jsou souhrnně zhodnocené závěry dosavadních studií efektivnosti českého akciového trhu se zaměřením na literaturu, která je využita při tvorbě této diplomové práce.

a) Horská (2003) se ve svých studiích zabývala testováním českého akciového trhu zastoupeného indexem PX50 od roku 1995 využila model korekce chyb „ECM“ se závěrem, že výnosy mohou splňovat model náhodné procházky s určitým trendem. Tento výsledek následně byl ověřen s využitím technické analýzy, konkrétněji filter testů a klouzavých průměrů se závěrem, že strategie založená na technické analýze nezajistí čistý zisk, který by se významně lišil od nuly a tedy hypotézu o slabé formě efektivnosti českého trhu nelze vyloučit a ani jednoznačně potvrdit.

b) Diviš a Teplý (2005) navazovali na předchozí studie Hanouska (1997), Vovršdy (1998) a kol. s cílem otestovat slabou formu efektivnosti na středoevropských trzích s využitím standardních nástrojů statistické analýzy. Testována byly týdenní a denní výnosy českého indexu PX-50 od roku 1993 do roku 2004. Při připuštění heteroskedasticity v datech nelze zamítnout hypotézu slabé formy efektivnosti středoevropských trhů.

c) Hájek (2006) ve své disertační práci si kladl za cíl komplexně zmapovat a otestovat efektivnosti středoevropských akciových trhů, především českého s důrazem na slabou formu efektivnosti. Testována data byla hlavní středoevropské indexy v období od roku 1995 do 2005 a byly testovány, jak denní, týdenní, tak i měsíční výnosy indexu BCCP PX-D a zároveň i jednotlivé tituly obsažené v tomto indexu. Využity byly standardní ekonometrické nástroje, teorie nesynchronního obchodování, testy reakce na nové informace (event studies). Závěrem testování bylo, že časové řady denních výnosů v daném testovaném období systematicky vykazují lineární závislost a tato vlastnost není slučitelná s hypotézou náhodné procházky. Oproti tomu testy na týdenních a měsíčních datech se chovaly v souladu s náhodnou procházkou. Z toho plyne závěr, že případná zisková strategie by musela být založena na velmi krátké periodě, z důvodu neefektivnosti v denních datech a na základě testů na týdenních a měsíčních datech by neměl existovat prostor pro systematické nelézání nadprůměrně ziskových příležitostí v delších cyklech.

d) Tran Van Qang (2007) se zaměřuje na testování slabé formy efektivnosti na indexu PX-50 a další likvidních titulech obchodovaných na BCPP. Využívá k tomu lineárních a nelineárních statistických a ekonometrických metod. Byly testovány časové řady denních výnosů od roku 1996 do roku 2006. Výsledky testování slabé formy hypotézy efektivního trhu ukazují, že testované časové řady titulů obchodovaných na českém akciovém trhu nejsou nezávislé, a

tedy kursy akcií se nechovají jako náhodná procházka a akciový trh se tedy nechová statisticky efektivně. Toto tvrzení bylo zároveň i potvrzeno testování náhodně permutovaných stejných časových řad, kde dané testy potvrdily náhodnou procházku.

Mimo zmíněné autory bylo provedeno mnoho dalších studií týkajících se efektivnosti českého trhu. A bylo předloženo mnoho důkazů, jak ve prospěch této teorie, tak i proti ní. Zároveň je z předchozích prací patrné, že tuto poměrně jednoduchou myšlenku je v praxi dosti obtížné testovat, což může být i jedna z příčin toho, proč je názor odborníků na tuto hypotézu je tak nejednotný. Rozvoj statistiky jako vědní disciplíny s postupem času rozšiřuje spektrum nástrojů a nacházejí se stále nové a nové nástroje vhodné k testování této hypotézy.

4.4.2 Akciové trhy v zahraničí

Velmi vhodným prostředím testování hypotézy efektivních trhů se staly především Spojené státy americké, z důvodu dlouhé historie trhu a jeho vysoké likviditě. Dle Hájka (2006) se tento trh dostal do podoby, která se velmi blíží předpokladům, za kterých byla zformulována hypotéza efektivních trhů. Lze u něj předpokládat maximální v praxi dosažitelnou míru efektivnosti. Všeobecné prováděné testy ovšem nepotvrdily silnou formu efektivnosti. Testování slabé a středněsilné formy prováděné na vyspělejších trzích jako je USA, Velká Británie a Japonsko byly úspěšné. Výsledky se u jednotlivých zemí lišily v závislosti na míře splnění předpokladů efektivních trhů a díky podmínkám, které v jednotlivých zemích panovaly.

V posledních dvou desetiletích se hypotéza efektivních trhů setkávala se značnou kritikou a zpochybňováním. Diskutovalo se o shodě tohoto konceptu se skutečným vývojem a chováním trhů. Vysoká pozornost byla rovněž věnována vysoké volatilitě trhu a její slučitelnosti či neslučitelnosti s teorií efektivních trhů. Rovněž vznikají další teorie, které se snaží teorii efektivních trhů vyvrátit. Jedná se například o teorii behaviorálních financí, která předpokládá, že účastníci trhu nejsou plně racionální například z důvodu davové psychologie a že se na trhu setkávají méně či více racionální i iracionální investoři. Dle Horská (2003) teorie efektivních trhů předpokládá, že plně racionální obchodníci bezprostředně rozpoznají chybné ocenění akcie „iracionálními“ kolegy, behaviorální finance věří, že snaha zkorrigovat chybné, neracionální ocenění firmy může být jak riskantní tak i nákladné a tudíž neatraktivní. Ke korekci špatného ocenění tak nemusí vůbec dojít a zůstane zachováno.

Teorie efektivních trhů i přesto pořád zůstává ekonomy obecně uznávaným konceptem, který změnil pohled finanční vědy na chování cen aktiv a jehož teoretický přínos je značný.

5 Empirické testování slabé formy hypotézy efektivity na vybraných akciových trzích

V souladu s cílem diplomové práce je pátá stěžejní kapitola věnována empirickému testování hypotézy slabé formy efektivity trhů ve formách náhodné procházky 1., 2. a 3. typu. Dříve než přistoupíme k empirickému testování je však nutné charakterizovat jednotlivé zvolené akciové trhy a indexy, popsat jejich bázi a charakterizovat jejich vývoj.

V úvodní části této kapitoly budou popsány jednotlivé zvolené akciové trhy včetně indexu, které je budou prezentovat. Další podkapitola 5.2 bude věnována zdůvodnění volby analyzovaných dat a bude provedena jejich základní popisná statistická analýza. Závěrečné dvě části této kapitoly jsou pak zaměřeny na empirické testování slabé formy efektivity trhu ve formě modelu náhodné procházky a modelu martingalu tak, jak byly popsány v předchozí 4. kapitole.

Testování bude prováděno pomocí jednodušších i složitějších statistických testů, dále pak pomocí autoregresních modelů. U vybraných statistických testů i autoregresních modelů je však nutné ověřit podmínky jejich použití. Všechny empirické testy slabé formy efektivity v této kapitole budou provedeny na 5% hladině významnosti. Nulovou hypotézou bude efektivita trhu.

5.1. Základní charakteristika zkoumaných trhů a testovaných burzovních indexů

Vzhledem k tomu, že práce je zaměřena na testování efektivity trhů v zemích střední Evropy a USA, je nutné charakterizovat jednotlivé akciové trhy. Tato podkapitola bude věnována popisu vybraných burz zemí střední Evropy a USA a následně i s charakteristikou burzovních indexů obchodovaných na daných burzách včetně skladby jejich báze a postupu výpočtu.

5.1.1 Burzy

Burzu lze charakterizovat jako instituci, která organizuje trh s investičními nástroji. Setkává se zde nabídka a poptávka po těchto nástrojích a dochází k nákupu a prodeji. Na nabídkové straně vystupují emitenti, kteří emitují cenné papíry za účelem získání finančních prostředků. Na poptávkové straně vystupují investoři, kteří jsou ochotni koupit cenné papíry a tím dosáhnout potenciálního zisku. Standardizované transakce obvykle na burzách tvoří obchody s akciemi a dluhovými cennými papíry.

Mezi nejznámější burzy Evropy patří:

- Londýn – International Stock Exchange London reprezentovaná příslušným indexem FT-SE 100,
- Frankfurt – Frankfurter Wertpapierbörse s příslušným dluhopisovým indexem DAX,
- Varšava – Gielda papierów wartościowych w Warszawie s příslušným indexem WIG,
- Budapešť – Budapest Stock Exchange reprezentovaná indexem BUX,
- Bratislava – Burza cenných papierov Bratislava s indexem SAX,
- Praha – Burza cenných papírů Praha s indexem PX.

Mezi významné burzy USA patří:

- American Stock Exchange,
- New York Stock Exchange,
- Nasdaq – mimoburzovní trh.

Jelikož je práce zaměřena na trhy střední Evropy a USA v následující podkapitole budou popsány burzy České republiky, Polska a USA a příslušnými indexy PX, WIG20, SP500.

a) Česká republika

Burza cenných papírů Praha je největším organizátorem trhu s cennými papíry v České republice. BCPP je akciovou společností a vznikla 24.11.1992. Je založena na členském principu, což znamená, že přístup do burzovního systému a právo obchodovat mají pouze licencovaní obchodníci s cennými papíry, kteří jsou zároveň členy burzy. Pražská burza si získala pozici respektovaného a stabilního trhu.

Na BCPP se provádí několik typů obchodů, a to automatické obchody v aukčním režimu, automatické obchody v kontinuálním režimu, systém pro podporu trhu akcií a dluhopisu neboli SPAD, blokové obchody, obchody s účastí specialisty, futures obchody.

Burza cenných papírů Praha má tři typy trhů. Jedná se o tzv. hlavní trh, akcie umístěné na tento trh jsou prestižně oceněné protože na tomto trhu je emitent povinen poskytovat informace o svém hospodaření a obvykle se jedná o velké emise. Dalším trhem je trh volný, zde na emitenta nejsou kladeny tak velké požadavky, nároky jsou v rámci platných zákonů týkajících se kapitálového trhu. A třetím typem trhu je trh MTF, tento trh je neregulovaný, vznikl poměrně nedávno. Veškeré podmínky přijetí cenného papíru na daný trh stanovuje burza.

Oficiálním indexem BCCP je index PX, který v dané práci budeme považovat za hlavní indikátor trhu s cennými papíry v České republice.

b) Polsko

Hlavní burzou v Polsku je Gielda Papierów Wartościowych w Warszawie, neboli GPW. Tato burza vznikla 16.4.1991 a je založena jako akciová společnost ministerstvem financí. Ihned ode vzniku obchody byly prováděny elektronické podobě. Na GPW lze obchodovat s akciemi, obligacemi, investičními certifikáty, terminovanými kontrakty, opcemi atd. Stejně jako BCCP tak i GPW má více trhu, přesněji tedy dva. Jedná se o hlavní trh, který je reglovaný a podléhá Komisji Nadzoru Finansowego a také Evropské komisi. Druhým trhem e trh New Connect, organizovaný trh vedený GPW, který vznikl v půli roku 2007. Působí jako alternativní systém obratu. Tento trh je soustředěn především na oblast nových technologií. Zvláštnosti této burzy je, že se jedná o státní podnik, protože hlavním akcionářem je stát v podobě Skarbu państwa, což je státní finanční úřad. GPW je významným centrem investičních obchodů v regionu, to se projevuje vysokým počtem zahraničních společností kótovaných na burze, roste rovněž počet členů burzy.

c) USA

Americký kapitálový trh je považován za významné a vyspělé trhy. Je tvořen celou řadou národních burz např. American Stock Exchange, Arizona Stock Exchange, Boston Stock Exchange, Chicago Stock Exchange, Cincinnati Stock Exchange, NasdaqAmex, New York Stock Exchange, Pacific Exchange, Philadelphia Stock Exchange a také významným mimoburzovním trhem NASDAQ.

Newyorská burza cenných papírů NYSE, která vznikla v roce 1792 je největší burzou cenných papírů v USA a dá se říci, že i ve světě. Tržní kapitalizace přesahuje 13 mld. amerických dolarů a je zde obchodováno přes 4000 emisí cenných papírů. NYSE byla od svého začátku neziskovou organizací a až v roce 2006 se přeměnila na akciovou společnost.

NYSE založena na členském principu, a tedy pouze členové burzy se mohou účastnit obchodování. Členy burzy mohou být pouze fyzické osoby. Na NYSE jsou obchodovány akcie největších a nejbonitnějších amerických společností, ale i akcie prestižních zahraničních firem. NYSE rovněž zajišťuje primární trh nových emisí, tedy jejich uvádění na trh. Kromě akcií mohou investoři investovat do obligací, instrumentů uzavřených podílových fondů, burzovně obchodovaných fondů ETF's, které umožňují investovat do balíku akcií zastoupených v globálních tržních indexech a strukturovaných produktů.

5.1.2 Burzovní indexy

Burzovní index je ukazatelem vývoje daného trhu jako celku, slouží ke sledování vývoje trhu v čase a jeho vývojovým tendencím. Protože burzovní index odráží jak současný stav vývoje trhu, tak i dlouhodobý vývoj trhu s jeho tendencemi, lze jej také použít jako jakési měřítko úspěšnosti dlouhodobého vývoje portfolia z hlediska výnosů. Každý burzovní či akciový, mimoburzovní trh má svůj vlastní index za jednotlivé druhy cenných papírů obchodovaných na trhu. Za nejdůležitější jsou považovány indexy akciové.

Níže budou popsány burzovní indexy v návaznosti na další kapitoly této práce. Pro testování slabé formy efektivnosti byly subjektivně vybrány reprezentanty zkoumaných trhů. Jedná se o indexy PX, WIG20 a SP500.

a) Index PX

Index PX je oficiálním indexem Burzy cenných papírů Praha. První výpočet indexu PX se uskutečnil 20. 3. 2006, kdy se stal nástupcem indexů PX 50 a PX-D. Index PX převzal historické hodnoty nejstaršího indexu burzy PX 50 a spojitě na ně navázal.

Výchozím dnem výpočtu indexu se stal 5. duben 1994, k němuž byla sestavena báze obsahující 50 emisí a nastavena výchozí hodnota indexu 1 000,0 bodu. Od prosince 2001 byl počet bazických emisí variabilní. Index PX je cenovým indexem, dividendové výnosy se ve výpočtu nezohledňují.

Výpočet indexu je následující:

$$PX(t) = K(t) \frac{M(t)}{M(0)} 1000, \quad (5.1)$$

kde $M(0) = 379\,786\,853\,620,0$ Kč je tržní kapitalizace báze ve výchozím dnu 5.4.1994, $K(t)$ je faktor zřetězení v čase t (zohledňuje změny provedené v bázi indexu), přičemž pro $K(0)$ ke dni 5.4.1994 platí $K(0) = 1,00000000$, $M(t)$ je tržní kapitalizace báze v čase t definovaná vzorcem:

$$M(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} q_i(t) p_i(t), \quad (5.2)$$

kde $q_i(t)$ označuje počet cenných papírů i -té bazické emise uplatněný ve výpočtu indexu v čase t , $p_i(t)$ označuje kurz i -té bazické emise v čase t , $N(t)$ představuje počet bazických emisí v čase t .

Následující tabulka 5.1 zobrazuje výčet všech titulů včetně jejich procentních vah, obsažených v bázi indexu PX ke dni 11.3.2011.

Tab. 5.1 Báze indexu PX k 11.3.2011

Název	ISIN	Redukovaný počet CP	Redukovaná tržní kapitalizace [mil. Kč]	Váha [%]
ERSTE GROUP BANK	AT0000652011	290 314 148	253 153,90	26,51
ČEZ	CZ0005112300	289 541 008	234 238,70	24,53
KOMERČNÍ BANKA	CZ0008019106	38 009 852	163 784,50	17,15
TELEFÓNICA O2 C.R.	CZ0009093209	322 089 890	130 092,10	13,62
NWR	NL0006282204	264 433 565	68 356,10	7,16
UNIPETROL	CZ0009091500	181 334 764	31 642,90	3,31
VIG	AT0000908504	21 446 048	21 188,70	2,22
CETV	BMG200452024	56 846 176	19 827,90	2,08
PHILIP MORRIS ČR	CS0008418869	1 913 698	18 314,10	1,92
FORTUNA	NL0009604859	52 000 000	5 330,00	0,56
PEGAS NONWOVENS	LU0275164910	9 229 400	4 005,60	0,42
ORCO	LU0122624777	12 033 866	2 551,20	0,27
AAA	NL0006033375	67 757 875	1 660,10	0,17
ECM	LU0259919230	6 868 092	576,8	0,06
KITD	US4824702009	862 354	197,5	0,02
Celkem			954 920,00	100

Zdroj: www.bcpp.cz

b) Index WIG20

Jedná se o burzovní index příjmového typu, celým názvem Warszawski Index Gioldowy. Index se počítá od 16. dubna 1994. Tento index sdružuje 20 největších a nejlikvidnějších akcií na hlavním trhu GPW. Báze indexu je periodicky obměňována dle předem stanovených pravidel 4 krát do roku, a to vždy v lednu, dubnu, červenci a srpnu.

Index je kalkulován v době obchodování od 10:30 do 16:35 v 15 sekundových intervalech.

Výpočet indexu je dán vztahem:

$$WIG20 = \frac{\sum P(i)S(i)}{\sum [P(0)S(0)]K(t)} 1000, \quad (5.3)$$

kde $S(i)$ je váha i -té akcie v den obchodování, $P(i)$ je cena i -té akcie v den obchodování, $S(0)$ je váha i -té akcie výchozího období a $P(0)$ je cena i -té akcie výchozího období, $K(t)$ je váhový faktor indexu ve dni obchodování, přičemž platí:

$$K(t) = \frac{M(t) + Q(t)}{M(t)} K(t'), \quad (5.4)$$

kde $K(t')$ je hodnota dosud známého váhového faktoru, $K(t)$ je nová hodnota váhového

faktoru, $Q(t)$ je hodnota tržní kapitalizace nového klienta, $M(t)$ je kapitalizace portfolia indexu před změnou.

Následující tabulka 5.2 zobrazuje výčet všech titulů včetně jejich procentních vah, obsažených v bázi indexu WIG20 ke dni 19.3.2011

Tab. 5.2 Výčet společností obsažených v bázi indexu WIG20

Název	Odvětví	Váha v %
Asseco Poland (ASSECOPOL)	Software	2,17
Bank Pekao (PEKAO)	Finance and Insurance	11,98
Bank Zachodni WBK (BZWBK)	Finance and Insurance	2,85
BRE Bank (BRE)	Finance and Insurance	2,39
ČEZ (CEZ)	Energy	1,72
Cyfrowy Polsat (CYFRPLSAT)	Media	0,91
Getin Holding (GETIN)	Finance and Insurance	2,24
Globe Trade Centre (GTC)	Real estate	1,91
Grupa LOTOS (LOTOS)	Oil and Natural Gas	1,38
KGHM Polska Miedź (KGHM)	Mining	13,7
PBG (PBG)	Construction	1,33
Polska Grupa Energetyczna (PGE)	Energy	8,21
PKN Orlen (PKNORLEN)	Oil and Natural Gas	9,05
PKO Bank Polski (PKOBP)	Finance and Insurance	13,41
Polimex-Mostostal (POLIMEXMS)	Construction	1,14
Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo (PGNIG)	Energy	3,56
PZU SA (PZU)	Insurance	10,36
Tauron (TAURONPE)	Energy	3,89
Telekomunikacja Polska (TPSA)	Telecommunication	6,24
TVN (TVN)	Media	1,55

Zdroj: www.gpw.pl

c) Index SP500

SP500 je americký akciový index, který obsahuje 500 největších amerických akciových titulů. Tento index byl vyvinut společností Standard&Poor, divizi McGraw-Hill. Všechny akciové tituly obsažené v indexu jsou obchodovány na největších amerických burzách NYSE a NASDAQ. Tento index se snaží sledovat mnoho indexových a akciových fondů a mnohdy slouží jako měřítko jejich hodnocení. Základem indexu jsou vážené průměry kurzů daných akcií.

Akcie společnosti zahrnuté do tohoto indexu jsou vybírány dle určitých kritérií:

- musí to být americká společnost,
- tržní kapitalizace musí být vyšší než 5 mil. dolarů,
- minimálně 50% upisovaných akcií společností musí být nabízeno veřejně,

- akcie musí mít dostatečnou likviditu,
- v indexu musí být zahrnuty akcie z celého spektra ekonomických odvětví.

Následující tabulka 5.3 zobrazuje, které společnosti měli v indexu SP500 nejvyšší váhu k 31.12.2009.

Tab. 5.3 Společnosti s nejvyšší kapitalizací v SP500

Název	Redukovaná tržní kapitalizace [mil.]	Váha
Exxon Mobil	323.7	3.26%
Microsoft	235.5	2.37%
Apple	189.9	1.91%
Johnson and Johnson	177.7	1.79%
Procter & Gamble	177.1	1.78%
IBM	172.0	1.73%
AT&T	165.4	1.67%
JPMorgan Chase & Co.	164.2	1.65%
General Electric	161.1	1.62%
Chevron	154.5	1.56%

Zdroj: www.wikinvest.com

Hodnota indexu pro každý den je stanovena jako podíl celkové vážené tržní kapitalizace titulů zahrnutých do indexu a dělitele. Kontinuita hodnot indexu je zajištěna úpravou dělitele pro všechny změny báze indexu. Dělitelem je časová řada, zahrnující chronologicky všechny změny kapitálové báze indexu. Dělitel je upraven tak, že hodnota indexu těsně před změnou báze se rovna hodnotě indexu těsně po této změně.

5.2 Volba dat a jejích základní statistická analýza

Podkapitola 5.1 byla věnována vymezení testovaných trhů, charakteristice burz a jednotlivých indexů, tedy byl vymezen vzorek testovaných dat. Volba dat je velmi důležitá a může mít vliv na závěry práce, je tedy nutné vymezit konkrétní časové řady, se kterými budeme dále pracovat a zvolit taková období, která zajistí jejich reprezentativnost a srovnatelnost.

V této diplomové práci se pracuje s finančními časovými řadami, u kterých však existuje několik problémů při jejich zpracování. Jedním z problémů je existence tzv. neekvidistantnosti. Ta je způsobena tím, že burzy neobchodují každý den, tato problematika byla již zmíněna v kapitole 4.3.3. Dalším problémem při práci s finančními časovými řadami je délka testovaných časových řad, zde je třeba přihlížet především k historickému vývoji daného kapitálového trhu. Pokud totiž zvolíme příliš krátké časové řady nemusí být odhaleny všechny zákonitosti a naopak dlouhé časové řady mohou podávat zavádějící výsledky, protože proces jimi generovaný se může měnit.

Jako reprezentanti trhů střední Evropy byly vybrány českého akciového trhu a polský akciový trh. Jako zástupce těchto trhů byly zvoleny hlavní indexy těchto dvou burz, a to index PX Burzy cenných papírů Praha a index WIG20 obchodovaný na GPW. Jako hlavní reprezentant amerického trhu byl zvolen index SP500.

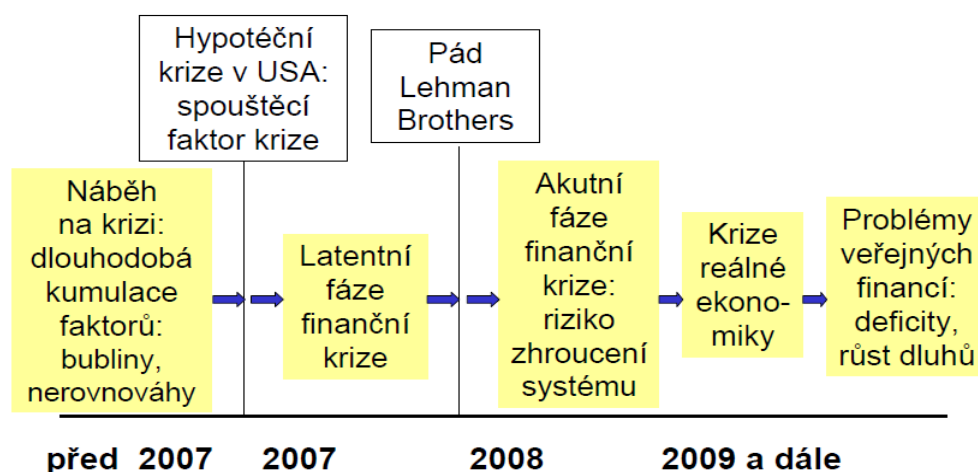
Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem bylo jako základní testované období zvoleno období od 1.5.2004 do 31.12.2010. Jedná se o sedm let dlouhou časovou řadu, kdy pracujeme s uzavíracími kurzy každého obchodního dne. Celkový počet pozorování, který máme k dispozici, je 1739.

Cílem předložené diplomové práce je testování slabé formy efektivnosti na trzích střední Evropy a USA ve vymezených časových obdobích, tzn. posouzení, zde efektivnost na jednotlivých trzích se mění v čase. Pro naplnění tohoto cíle je potřeba nejprve tato období vymežit, přitom by měla být dodržena podmínka dostatečného počtu pozorování. Byla definována čtyři dílčí období, které zapadají do základního testovaného období:

- a) první období od 1.5.2004 – 31.12.2007, máme tedy k dispozici 956 denních pozorování,
- b) druhé období od 1.5.2005 – 31.12.2008, jedná se o celkový počet 958 denních pozorování,
- c) třetí období od 1.5.2006 – 31.12.2009, máme tedy k dispozici 959 denních pozorování,
- d) čtvrté období od 1.5.2007 – 31.12.2010, máme k dispozici 959 denních pozorování.

Je patrné, že byla zvolena čtyři dílčí období, dlouhá téměř 4 roky. Období byla v čase klouzavě posunována. Toto dělení bylo zvoleno z důvodu předpokládaného stabilního vývoje v prvním testovaném období. Naopak druhé, třetí a čtvrté období v sobě zahrnují šok v podobě světové finanční krize, kde se očekává vyšší volatilita jednotlivých indexů, zároveň toto období je vhodné k testování informační efektivnosti. Začátek časových řad je stanoven na 1.5.2004 z důvodu vstupu České republiky a Polska do Evropské unie. Následující obrázek 5.4 znázorňuje průběh finanční krize a je zde umístěn pro přiblížení zdůvodnění rozdělení časových řad na jednotlivá období.

Obrázek 5.4 Fáze finanční krize ve vyspělých ekonomikách



Zdroj: Singer (2009)

Jak již bylo uvedeno výše volba dat hraje při testování velkou roli, proto je nutné charakterizovat podobu využitých dat. Dle Arlta (2003, str. 15) cena aktiva nemůže být menší než nula, minimální dosažitelný přírůstek ceny neboli minimální dosažitelný jednoduchý výnos aktiva je tedy:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = -1. \quad (5.5)$$

Protože náhodná veličina mající normální rozdělení může nabývat jakékoliv reálného čísla a ze vztahu (5.5) vyplývá, že cena aktiva P_t má normální rozdělení, není jeho dolní mez, a tedy ani dolní mez jednoduchého čistého výnosu zaručena. Tyto problémy lze překonat úvahou, že jednoduché výnosy aktiva definované jako:

$$R_{t+1} = \frac{P_t}{P_{t-1}}, \quad (5.6)$$

tedy jako koeficienty růstu ceny aktiva, by měly mít rozdělení nezáporné veličiny. Pro tento případ se nabízí rozdělení logaritmicko-normální. Logaritmus náhodné veličiny s logaritmicko-normálním rozdělením má rozdělení normální. Jestliže má tedy jednoduchý výnos R_{t+1} logaritmicko-normální rozdělení, pak jeho logaritmus

$$r_t = \ln(R_{t+1}) = \ln P_t - \ln P_{t-1} = p_t - p_{t-1} \quad (5.7)$$

má normální rozdělení.

Výnos aktiva za k období od času $t-k$ do času t lze vyjádřit jako součin k koeficientů růstu za jednotlivá období, tedy jako součin k jednoduchých výnosů aktiva

$$R_t(k) + 1 = (R_t + 1)(R_{t-1} + 1) \dots (R_{t-k+1} + 1) = \frac{P_t}{P_{t-1}} \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \dots \frac{P_{t-k+1}}{P_{t-k}} = \frac{P_t}{P_{t-k}}. \quad (5.8)$$

Za předpokladu logaritmicko normálního rozdělení jednoduchých výnosů má také celý výnos stejné rozdělení. Jeho logaritmická transformace má normální rozdělení a je rovna součtu k logaritmovaných jednoduchých výnosů, tedy

$$r_t(k) = r_t + r_{t-1} + r_{t-2} + \dots + r_{t-k+1}. \quad (5.9)$$

V předkládané práci tedy budeme pracovat s logaritmy denních výnosů indexů PX, WIG20 a SP500 s ohledem na pravděpodobnostní rozdělení dle vztahu 5.7 rozdělených do čtyř sledovaných období. Jednotlivé časové řady budou značeny typem indexu a pořadovým číslem období, např. PX 1, jako časová řada logaritmů výnosů indexu PX v prvním sledovaném období, WIG20 3, jako časová řada logaritmů výnosů indexu WIG20 ve třetím období, atd.

Nyní přistoupíme k základní statistické analýze dat. Budeme analyzovat postupně jednotlivé indexy v jednotlivých časových obdobích. Vypočteny budou základní výběrové charakteristiky časových řad logaritmů výnosů jednotlivých indexů. Tedy statistické ukazatele šikmosti a špičatosti časové řady, střední hodnota, minimální a maximální hodnoty, směrodatná odchylka a rozptyl. Všechny výpočty jsou provedeny v prostředí EViews 7 a Microsoft Office Excel 2003.

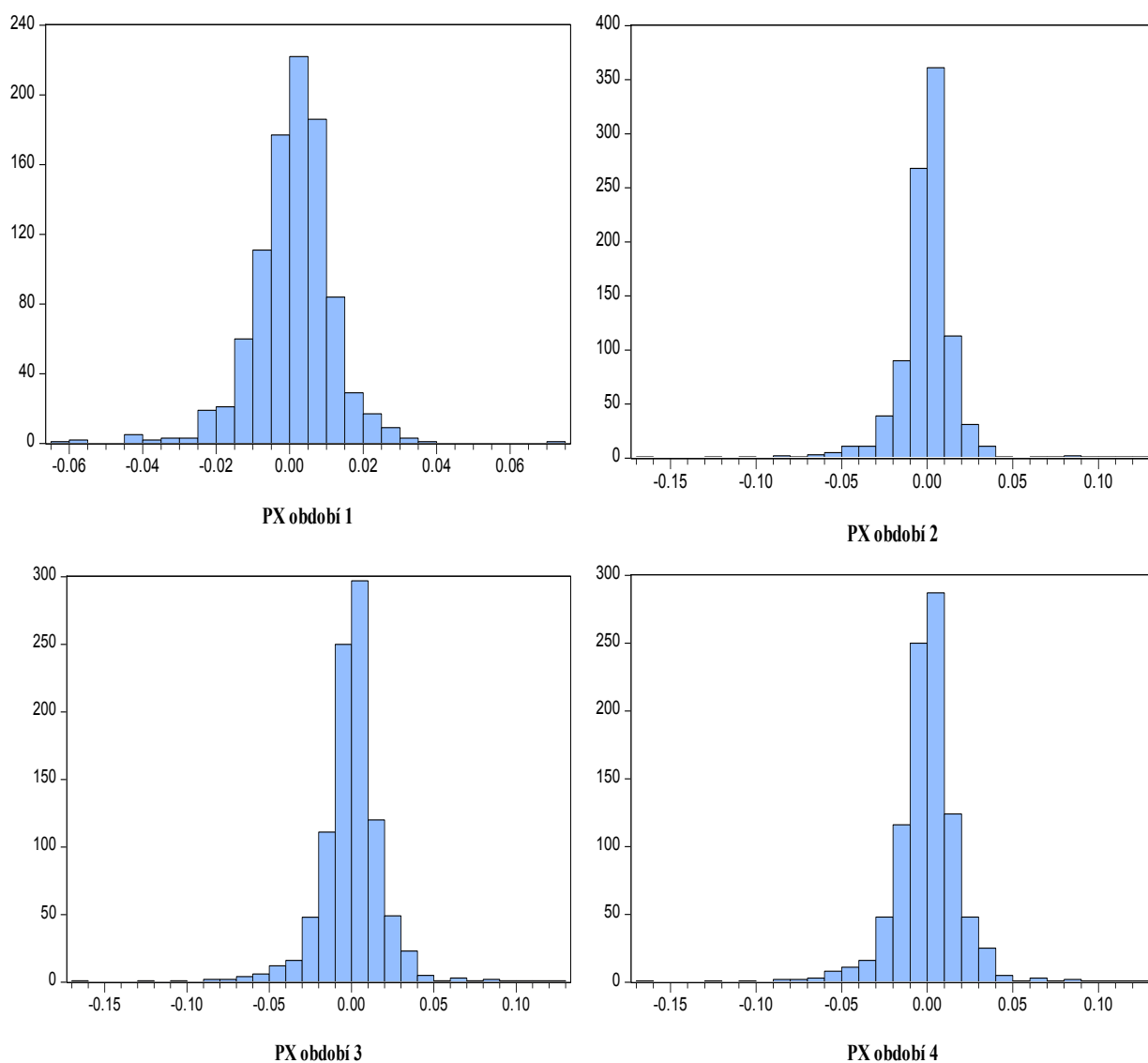
Nyní budou postupně analyzovány jednotlivé indexy v každém období a následně celkově shrnuty dosažené výsledky. Následně bude u všech dvanácti časových řad proveden test normality. V příloze č. 1 jsou zobrazeny grafy vývoje jednotlivých indexů za celé časové období.

Analýza indexu PX

Nejprve bude analyzován index PX. V následujícím obrázku jsou znázorněny histogramy a základní výběrové statistiky denních výnosů indexu PX za jednotlivá období. Zároveň v Příloze č. 1 jsou uvedeny grafy časového vývoje indexu PX za celé sledované období.

V tabulce 5.4 jsou zobrazeny základní výběrové charakteristiky časových řad logaritmů denních výnosů indexu PX za všechna čtyři období. Pokud by pravděpodobnostní rozdělení časových řad bylo normální, hodnota šikmosti by byla rovna nule. Z výše uvedených výsledků lze konstatovat, že v případě indexu PX je hodnota šikmosti, vypočtena dle vztahu 4.37, záporná a tedy jedná se o mírné zešikmení doprava. Toto zešikmení jde vidět i v histogramech v obrázku 5.1.

Obr. 5.1 Histogramy logaritmů denních výnosů indexu PX za sledovaná období



Tab. 5.4 Výběrové charakteristiky časových řad logaritmů výnosů indexu PX v jednotlivých obdobích

	PX 1	PX 2	PX 3	PX 4
Minimum	-0,0612	-0,1618	-0,1618	-0,1618
Maximum	0,0704	0,1236	0,1236	0,1236
Střední hodnota	0,0008	-0,0002	-0,0003	-0,0004
Směr. odchylka	0,0110	0,0182	0,0202	0,0203
Šikmost	-0,5959	-0,7148	-0,4623	-0,4343
Špičatost	8,1928	19,8723	14,0528	13,8279

Hodnota špičatosti, dle vztahu 4.38, u normálního rozdělení by byla rovna 3. Ve všech čtyřech obdobích je časová řada indexu PX spíše špičatějšího charakteru, protože hodnota špičatosti je mnohem vyšší než tři. To znamená že v časových řadách se objevují častěji nízké kladné a záporné hodnoty výnosů, než předpokládá normální rozdělení. Nejvyšší hodnotu špičatosti vykazuje index PX ve druhém testovaném období.

V prvním období je střední hodnota časové řady indexu PX velmi malé kladné číslo, což nasvědčuje tomu, že skutečné rozdělení je zešikmené a kladné výnosy se objevují častěji než výnosy záporné. V zbývajících třech obdobích je tomu naopak. Střední hodnota je velmi malé záporné číslo, což znamená, že skutečné rozdělení je zešikmené a záporné výnosy se objevují častěji než kladné.

Analýza indexu WIG20

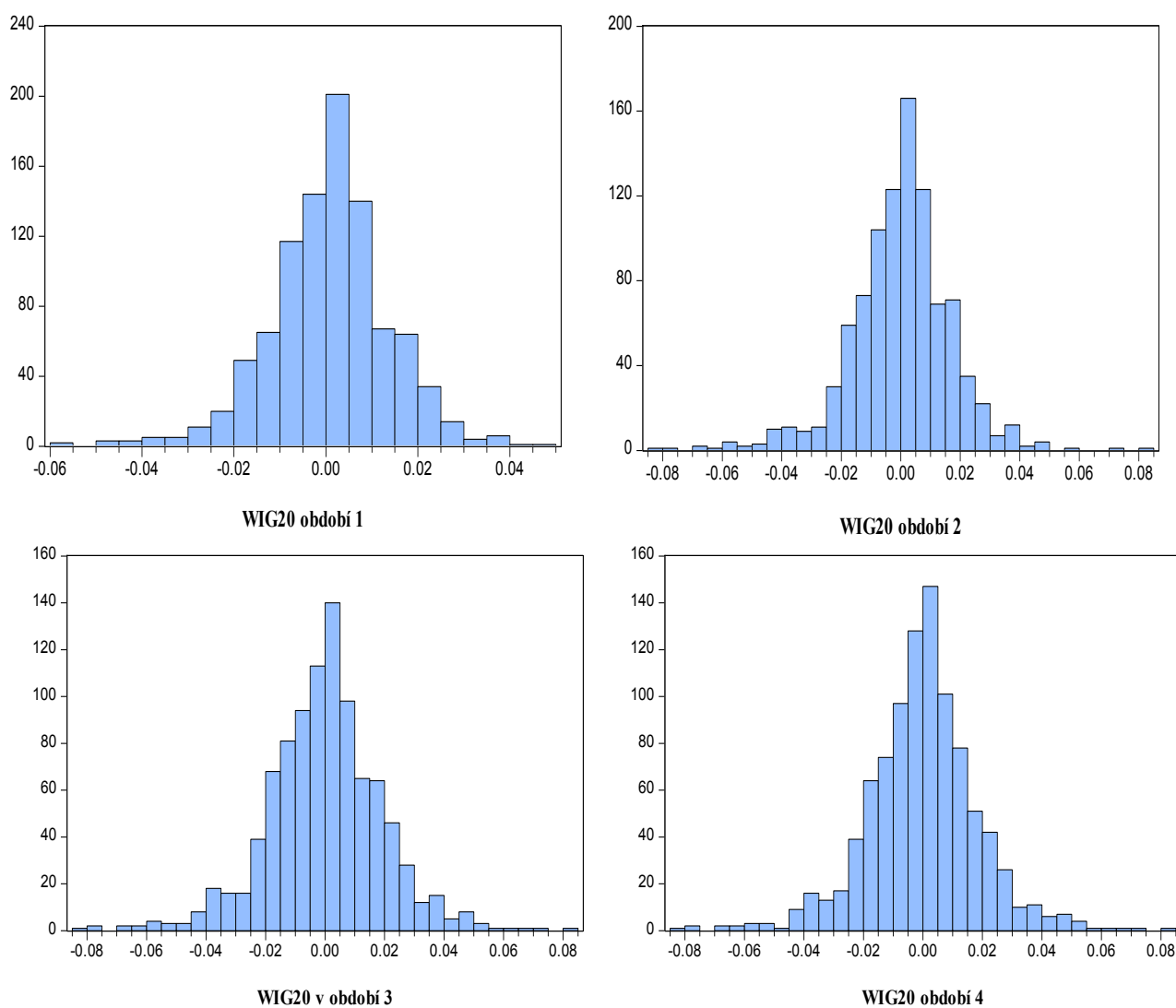
Nyní bude analyzován index WIG20 stejným způsobem jako index PX. V následujícím obrázku jsou znázorněny histogramy a základní výběrové statistiky denních výnosů indexu WIG20 za jednotlivá období.

V tabulce 5.5 jsou zobrazeny základní výběrové charakteristiky časových řad logaritmů denních výnosů indexu WIG20 za všechny čtyři období. Z výše uvedených výsledků lze konstatovat, že v případě indexu WIG20 je hodnota šikmosti záporná a tedy jedná se o mírné zešikmení doprava. Toto zešikmení jde vidět i v histogramech v obrázku 5.2.

Hodnota špičatosti ve všech čtyřech obdobích je vyšší než 3 ve všech čtyřech obdobích, to znamená, že jsou časové řady indexu WIG20 spíše špičatějšího charakteru. To znamená že v časových řadách se objevují častěji nízké kladné a záporné hodnoty výnosů, než předpokládá normální rozdělení. Časová řada nezaznamenává vyšší výkyvy špičatosti v jednotlivých obdobích, hodnota se pohybuje kolem 4,5.

V prvním období je střední hodnota časové řady indexu WIG20 velmi malé kladné číslo a můžeme konstatovat, že kladné výnosy se objevují častěji než výnosy záporné. V zbývajících třech obdobích je tomu naopak. Střední hodnota je velmi malé záporné číslo, což znamená, že záporné výnosy se objevují častěji než kladné.

Obr. 5.2 Histogramy logaritmů denních výnosů indexu WIG20 za sledovaná období



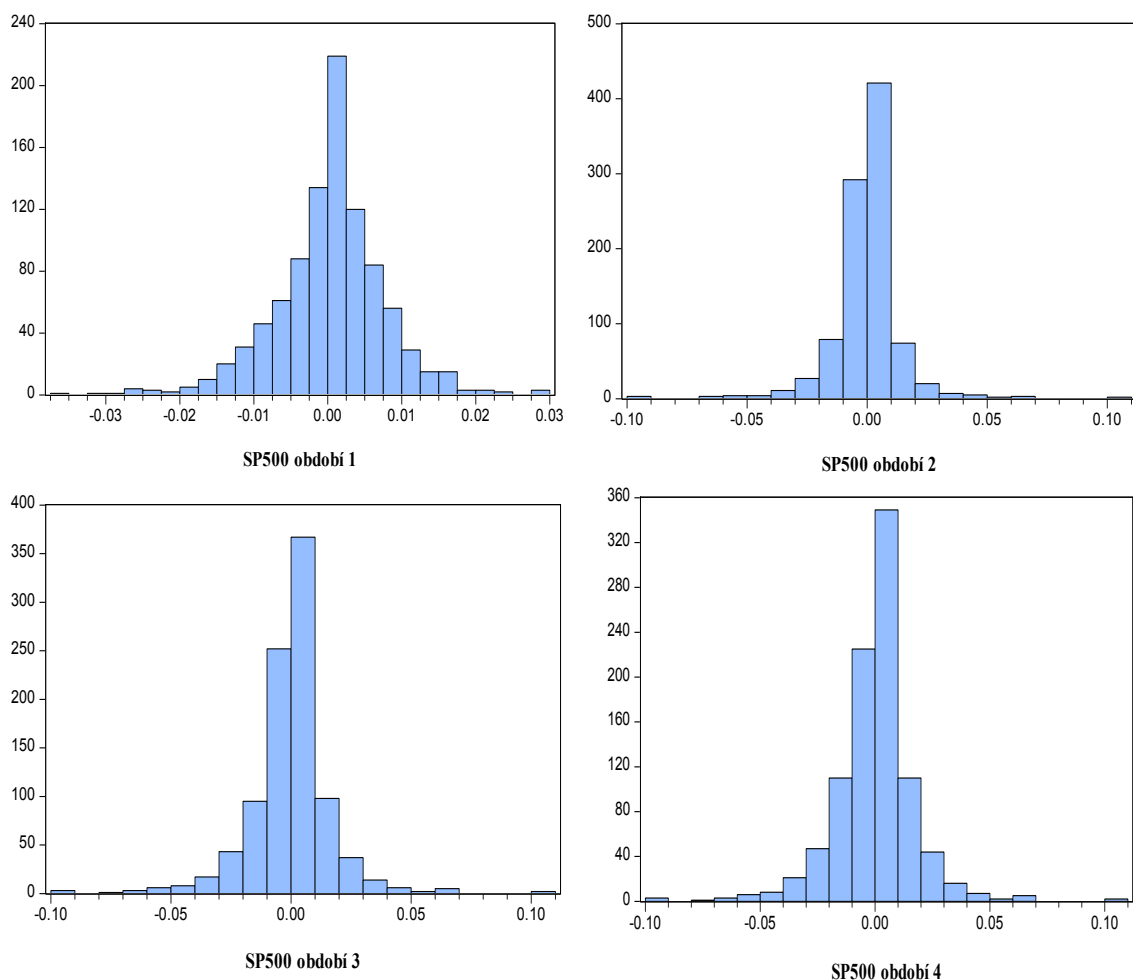
Tab. 5.5 Výběrové charakteristiky časových řad logaritmů výnosů indexu WIG20 v jednotlivých obdobích

	WIG20 1	WIG20 2	WIG20 3	WIG20 4
Minimum	-0,0573	-0,0844	-0,8442	-0,8442
Maximum	0,0475	0,0815	0,0815	0,0815
Střední hodnota	0,0007	-0,000003	-0,0003	-0,0002
Směr. odchylka	0,0130	0,0170	0,01195	0,0189
Šikmost	-0,2909	-0,4133	-0,1628	-0,1536
Špičatost	4,5262	5,8477	4,7811	5,1741

Analýza indexu SP500

Posledním analyzovaným indexem je SP500. Budeme postupovat stejným způsobem jako u předchozích dvou indexů. V následujícím obrázku jsou znázorněny histogramy a základní výběrové statistiky denních výnosů indexu SP500 za jednotlivá období.

Obr. 5.3 Histogramy logaritmů denních výnosů indexu WIG20 za sledovaná období



Tab. 5.6 Výběrové charakteristiky časových řad logaritmů výnosů indexu SP500 v jednotlivých obdobích

	SP500 1	SP500 2	SP500 3	SP500 4
Minimum	-0,0353	-0,0946	-0,9469	-0,9469
Maximum	0,0287	0,1095	0,1095	0,1095
Střední hodnota	0,0002	-0,0002	-0,0001	-0,0001
Směr. odchylka	0,0074	0,0148	0,0169	0,0761
Šikmost	-0,3268	-0,3306	-0,2055	-0,1828
Špičatost	5,1830	16,470	10,930	9,6199

V tabulce 5.6 jsou zobrazeny základní výběrové charakteristiky časových řad logaritmů denních výnosů indexu SP500 opět za všechny čtyři období. Z výše uvedených výsledků lze říci, že hodnota šikmosti je záporná a tedy jedná se o mírné zešíkmení doprava. Toto zešíkmení jde vidět i v histogramech časový řad indexu SP500 v obrázku 5.3.

Hodnota špičatosti ve všech čtyřech obdobích je stejně jako u předchozích analyzovaných časových řad vyšší než 3 ve všech čtyřech obdobích, to znamená, že jsou časové řady indexu SP500 spíše špičatějšího charakteru. Tedy v časových řadách se objevují častěji nízké kladné a záporné hodnoty výnosů, než předpokládá normální rozdělení. Nejvyšší hodnotu špičatosti lze pozorovat ve druhém období, kdy dosáhla hodnoty 16,4.

V prvním období je opět střední hodnota časové řady indexu SP500 velmi malé kladné číslo a můžeme konstatovat, že kladné výnosy se objevují častěji než výnosy záporné. V zbývajících třech obdobích je tomu naopak. Střední hodnota je velmi malé záporné číslo, což znamená, že záporné výnosy se objevují častěji než kladné.

Test normality

Výše provedené analýzy jednotlivých časových řad nasvědčují tomu, že logaritmy denních výnosů za všechny čtyři období nemají normální rozdělení. Zároveň lze vyzpozorovat, že nejvyšších výkyvy se objevují v roce 2008, který je zahrnut v posledních třech obdobích. To lze vysvětlit působením světové finanční krize. Hypotézu nenormality rozdělení pravděpodobností je potřeba potvrdit pomocí testu normality jednotlivých časových řad všech indexů. Pro testování normality v této diplomové práci je použit Jarque-Bera test. V následující tabulce 5.7 jsou shrnuty výsledky tohoto testu.

Tab. 5.7 Jarque-Bera test normality výnosů

	Jarque-Bera koeficient	Pravděpodobnost
PX 1	1130,714	0,0000
PX 2	11444,99	0,0000
PX 3	4915,65	0,0000
PX 4	4715,085	0,0000
WIG20 1	106,2762	0,0000
WIG20 2	350,9954	0,0000
WIG20 3	131,0071	0,0000
WIG20 4	192,6564	0,0000
SP500 1	206,8553	0,0000
SP500 2	7260,073	0,0000
SP500 3	2520,147	0,0000
SP500 4	1756,462	0,0000

V tabulce 5.7 jsou zobrazeny výsledky Jarque-Bera testu normality. Lze konstatovat, že hodnoty Jarque-Bera koeficientu jsou u všech indexů ve všech obdobích významné. To znamená, že ve všech obdobích můžeme zamítnout hypotézu o normálním rozdělení logaritmu denních výnosů jednotlivých indexů.

Vzhledem k těmto výsledkům lze tvrdit, že nepodmíněné rozdělení logaritmu výnosů je kombinací normálních rozdělení. Z nichž ta s malým podmíněným rozptylem soustřeďují výnosy v blízkosti střední hodnoty, a ta s velkým podmíněným rozptylem přesouvají výnosy do konců rozdělení. Výsledkem pak tedy je nepodmíněné špičaté rozdělení s tzv. „tlustými“ konci, které má konečný rozptyl a momenty vyššího řádu.

Z výsledků základní statistické analýzy všech časových řad lze vypořádat, že střední hodnota výnosů je v 1. období kladná pro všechny indexy, v dalších obdobích, tedy ve 2. až 4. je již záporná. Tento vývoj nám napovídá o tom, že v prvním období se bylo častěji dosahováno kladných výnosů než ve zbývajících třech obdobích a trh postupně ztrácel. Směrodatná odchylka v jednotlivých obdobích roste, v prvním období je nejmenší u všech indexů a postupně roste v každém dalším období. To svědčí o rostoucí volatilitě výnosů všech indexů v čase. V prvním období, tedy před nástupem finanční krize je volatilita nejnižší a zvyšuje se s každým dalším obdobím vlivem nástupu finanční krize.

5.2 Testování slabé formy hypotézy efektivního trhu lineárními metodami

Po provedení základní analýzy jednotlivých časových řad přistoupíme k samotnému testování hypotézy slabé formy efektivnosti trhů na jednotlivých časových řadách nejprve s využitím lineárních metod. Budou postupně provedeny jednotlivé testy popsané v kapitole 4.2.1, a to:

- test poměrů rozptylů,
- test sekvencí a zvrátů,
- Boxův – Pierceův test.

Výpočty jsou převážně prováděny v prostředí EViews 7 a následně zpracovávány v prostředí Microsoft Excel 2003.

5.2.1 Test poměrů rozptylů

Test poměrů rozptylů byl proveden v programu EViews 7 s využitím dostupné funkce. Tento test má dvě modifikace, kdy ta první pracuje homoskedasticitou residuální složky, což odpovídá náhodné procházce typu I. a druhý případ připouští heteroskedasticitu, tedy variabilní rozptyl residuální složky a to odpovídá náhodné procházce typu II. a III. Obě dvě

modifikace testu byly aplikovány na časové řady testovaných indexů, pro 2, 5 a 10 časových zpoždění a souhrnné výsledky jsou tedy uvedeny v příloze č.2. V následující tabulce 5.8 jsou zobrazeny vybrané výsledky testu poměru rozptylu pro dvě zpoždění při testování náhodné procházky typu I., dle vztahu 4.15.

Tab. 5.8 Vybrané výsledné hodnoty testu poměrů rozptylů při homoskedasticitě residuální složky

	Poměr rozptylů	testová statistika z	pravděpodobnost
PX 1	0,5348	-7,6442	0,0000
PX 2	0,5959	-4,48503	0,0000
PX 3	0,6002	-5,22608	0,0000
PX 4	0,5936	-5,39355	0,0000
WIG20 1	0,4859	-11,3475	0,0000
WIG20 2	0,5191	-10,0005	0,0000
WIG20 3	0,5485	-10,4511	0,0000
WIG20 4	0,5555	-10,0743	0,0000
SP500 1	0,4800	-10,2444	0,0000
SP500 2	0,5001	-5,70588	0,0000
SP500 3	0,4836	-7,17742	0,0000
SP500 4	0,4796	-7,69899	0,0000

Za platnosti hypotézy náhodné procházky by se měl poměr rozptylů blížit jedné. Po zhodnocení výsledků uvedených v tabulce 5.8 lze konstatovat, že ani v jednom případě se tento podíl neblíží jedné. Ve všech případech se poměr rozptylů pohybuje kolem hodnoty 0,5 a tato hodnota je statisticky významná. Lze tedy tvrdit, že žádná časová řada logaritmů výnosů indexů PX, WIG20 a SP500 neodpovídá slabé formě hypotézy efektivnosti trhu ve formě náhodné procházky typu I. Nejvyšších hodnot poměru rozptylů má index PX v 2, 3 a 4 období, kdy se tento poměr blíží hodnotě 0,6.

Následně byl proveden test poměru rozptylu při testování platnosti náhodné procházky typu II. nebo III., tedy při připuštění heteroskedasticity residuí, dle vztahu 4.17. Výsledky tohoto testu pro dvě zpoždění jsou uvedené v následující tabulce 5.9.

Všechny poměry rozptylů jsou nižší než jedna a tato hodnota je ve všech případech statisticky významná. Na základě uvedených výsledků lze tudíž tvrdit, že ani jedna časová řada logaritmů denních výnosů jednotlivých indexů nevykazuje slabou formu efektivnosti ani ve formě náhodné procházky typu II. nebo III.

Tab. 5.9 Vybrané výsledné hodnoty testu poměrů rozptylů při heteroskedasticitě residuální složky

	Poměr rozptylů	testová statistika z	pravděpodobnost
PX 1	0,5348	-14,3731	0,0000
PX 2	0,5959	-12,5004	0,0000
PX 3	0,6002	-12,3728	0,0000
PX 4	0,5936	-5,3935	0,0000
WIG20 1	0,4859	-15,8869	0,0000
WIG20 2	0,5191	-14,8739	0,0000
WIG20 3	0,5485	-13,9719	0,0000
WIG20 4	0,5555	-13,7562	0,0000
SP500 1	0,4800	-16,0689	0,0000
SP500 2	0,5003	-15,4572	0,0000
SP500 3	0,4836	-15,9811	0,0000
SP500 4	0,4796	-16,1061	0,0000

5.2.2 Test sekvencí a zvrátů

Výsledky testu sekvencí a zvrátů vypočtené dle vztahu 4.22 jsou zobrazeny v tabulce 5.10. Při testování náhodné procházky typu I. nebylo uvažováno s driftem v datech, z čehož tedy plyne, že Cowles-Jonesův poměr by se neměl lišit od hodnoty 1. Z výsledků je patrné, že tuto hypotézu nesplňuje ani jeden trh v žádném testovaném období. CJ poměr se ve všech případech pohybuje kolem hodnoty 0,5.

Tab. 5.10 Výsledky testu sekvencí a zvrátů

	Počet sekvencí	Počet zvrátů	CJ poměr
PX 1	333	623	0,5345
PX 2	327	630	0,5191
PX 3	330	627	0,5263
PX 4	329	630	0,5222
WIG 1	314	642	0,4891
WIG 2	305	653	0,4671
WIG 3	312	647	0,4822
WIG 4	319	640	0,4984
SP500 1	321	635	0,5055
SP500 2	314	645	0,4868
SP500 3	304	655	0,4641
SP500 4	295	664	0,4442

Jedná se o neparametrický test, který nevyžaduje splnění téměř žádných předpokladů o rozdělení studovaných náhodných veličin. Takovéto testy mají tedy menší vypovídací sílu ve

srovnání s testy parametrickými. Na základě tohoto testu nelze vyslovit nějaké hlubší závěry o platnosti či zamítnutí hypotézy efektivního trhu rovněž z důvodu poměrně značné citlivosti na drift v datech.

5.2.3 Boxův – Pierceův test

Hodnoty autokorelačních koeficientů a Boxovy-Piercovy statistiky byly vypočteny pro všechny indexy a sledovaná období v programu EViews 7 pro pět zpoždění. V následujících tabulkách jsou zobrazeny jednotlivé koeficienty a zároveň hladina významnosti, na které se zamítá nulová hypotéza. Pro tento test byla hladina významnosti stanovena na 5% a minimální hodnota autokorelačního koeficientu musí být větší než $\pm 5\%$. Nulová hypotéza je v tomto případě formulována tak, že všechny korelační koeficienty jsou nulové. Naopak v alternativní hypotéze tvrdíme, že alespoň jeden z nich není nulový, což implikuje, že výnosy nejsou navzájem nezávislé.

Tab. 5.11 Hodnoty autokorelačních funkcí denních výnosů indexů PX, WIG20, SP500 v prvním období

	PX 1			WIG20 1			SP500 1		
Řád zpoždění	ρ	Q-Stat	Prob	ρ	Q-Stat	Prob	ρ	Q-Stat	Prob
1	0,066	4,1191	0,042	0,019	0,3403	0,56	-0,09	7,69	0,006
2	0,081	4,1192	0,128	0,047	2,45	0,293	-0,044	9,54	0,008
3	-0,022	4,5763	0,206	-0,035	3,62	0,305	0,036	10,809	0,013
4	-0,026	5,2225	0,265	-0,013	3,7983	0,434	-0,046	12,81	0,012
5	0,005	5,2431	0,387	-0,012	3,938	0,559	-0,002	12,814	0,025

V tabulce 5.11 lze vidět hodnoty korelačních koeficientů, dle vztahu 4.25 a Box-Piercovy statistiky, dle vztahu 4.26 pro všechny indexy v prvním období. Statisticky významné hodnoty jsou označeny tučně. Z uvedených výsledků vyplývá, že u indexu PX a SP500 byla zjištěna statisticky významná autokorelace 1.řádu, pro zbývající zpoždění významná autokorelace zjištěna nebyla. Výnosy mohou být tedy závislé na datech z minulého dne, i když ne výrazně. U indexu WIG20 pro všechny zpoždění nebyla zjištěna významná autokorelace.

Lze tedy konstatovat, že pro logaritmy denních výnosů indexů PX a SP500 v prvním období jsou výsledky autokorelační analýzy částečně v rozporu s vlastností lineární nezávislosti výnosů pro všechny typy náhodné procházky, naopak pro logaritmy výnosů indexu WIG20 v prvním období formu všech tří typů náhodné procházky nezamítáme.

Tab. 5.12 Hodnoty autokorelačních funkcí denních výnosů indexů PX, WIG20, SP500 ve druhém období

Řád zpoždění	PX 2			WIG20 2			SP500 2		
	ρ	Q-Stat	Prob	ρ	Q-Stat	Prob	ρ	Q-Stat	Prob
1	0,085	7,0016	0,008	0,025	0,6061	0,436	-0,143	19,726	0,000
2	-0,088	14,468	0,001	-0,011	0,7165	0,699	-0,143	39,417	0,000
3	-0,082	21,016	0,000	0,001	0,7185	0,869	0,113	51,695	0,000
4	0,005	21,042	0,000	0,033	1,7422	0,783	-0,057	54,84	0,000
5	0,084	27,85	0,000	0,084	27,85	0,002	-0,027	55,545	0,000

Výsledky korelačních testů pro druhé období pro všechny tři indexy jsou zobrazeny v tabulce 5.12. Zde můžeme konstatovat, že významná autokorelace se vyskytuje pro většinu zpoždění u indexu PX a SP500. V případě indexu WIG20 byla zjištěna statisticky významná autokorelace u pátého zpoždění. Můžeme tedy opět zamítnout nulovou hypotézu pro logaritmy denních výnosů indexů PX, WIG20 a SP500.

Tab. 5.13 Hodnoty autokorelačních funkcí denních výnosů indexů PX, WIG20, SP500 ve třetím období

Řád zpoždění	PX 3			WIG20 3			SP500 3		
	ρ	Q-Stat	Prob	ρ	Q-Stat	Prob	ρ	Q-Stat	Prob
1	0,096	8,88657	0,003	0,046	2,027	0,155	-0,138	18,248	0,000
2	-0,083	15,533	0,000	-0,045	3,9	0,139	-0,098	27,565	0,000
3	-0,059	18,835	0,000	0,001	3,9	0,267	0,078	33,371	0,000
4	0,015	19,059	0,001	0,023	4,45	0,348	-0,014	33,55	0,000
5	0,067	23,43	0,000	0,027	5,1339	0,4	-0,02	33,927	0,000

Tab. 5.14 Hodnoty autokorelačních funkcí denních výnosů indexů PX, WIG20, SP500 ve čtvrtém období

Řád zpoždění	PX 4			WIG20 4			SP500 4		
	ρ	Q-Stat	Prob	ρ	Q-Stat	Prob	ρ	Q-Stat	Prob
1	0,08	6,1172	0,013	0,035	1,1541	0,283	-0,134	17,184	0,000
2	-0,09	13,982	0,001	-0,085	4,1892	0,014	-0,085	24,189	0,000
3	-0,066	18,237	0,000	0,011	6,0538	0,109	0,068	28,691	0,000
4	0,018	18,558	0,001	0,015	6,2797	0,179	-0,016	28,947	0,000
5	0,075	23,979	0,000	0,028	7,0634	0,216	-0,008	29,007	0,000

Výsledky autokorelačního testu pro třetí a čtvrté období u denních logaritmy výnosů indexů PX, WIG20 a SP500 jsou zobrazeny v tabulkách 5.13 a 5.14. Nulovou hypotézu opět zamítáme pro denní logaritmy výnosů indexů PX a SP500, jak pro třetí, tak i pro čtvrté

období, z důvodů výskytu významných autokorelací. U časových řad logaritmu denních výnosů indexu WIG20 ve třetím období nezamítáme nulovou hypotézu, ve čtvrtém období se vyskytuje významná autokorelace ve druhém zpoždění, tudíž nulovou hypotézu zamítáme.

Souhrnně můžeme konstatovat, že na základě Box-Piercova testu jsou pro index PX a SP500 ve druhém, třetím a čtvrtém sledovaném období v rozporu se všemi typy náhodné procházky, v prvním období se této hypotéze částečně přibližuje. Pro index WIG20 hypotézu slabé formy efektivnosti trhu nezamítáme pro první a třetí období. Ve zbývajících dvou obdobích již hypotézu lze zamítnout.

5.3 Testování slabé formy hypotézy efektivního trhu nelineárními metodami

Po dokončení testování hypotézy slabé formy efektivnosti na vybraných trzích pomocí lineárních metod přistoupíme k testování s využitím metod nelineárních. Nelineární metody nám pomohou potvrdit dosažené výsledky, ale rovněž je mohou vyvrátit. Budou postupně provedeny jednotlivé testy popsané v kapitole 4.2.2, a to:

- Whiteův test,
- Engelův test,
- BDS test.

Veškeré výpočty jsou prováděny v prostředí EViews 7 a následně zpracovávány v prostředí Microsoft Excel 2003.

5.3.1 Whiteův test

Pro provedení Whiteova testu heteroskedasticity je nejprve nutné odhadnout funkce výnosnosti akcie s využitím zpožděných výnosů, dle vztahu 4.28. Test byl proveden pro jednotlivé časové řady. Pomocí tohoto testu lze hodnotit významnost zpožděných čtverců výnosů obsažených v reziduích, využívá ovšem jen jedno či dvě zpoždění, dle vztahu 4.29. Výsledky testu pro jednotlivá období a příslušný index jsou zobrazeny v tabulce 5.15.

Z uvedené tabulky lze vyzorovat, že v případě indexu PX pro všechna období nelze potvrdit nulovou hypotézu, z důvodů významnosti zpožděných čtverců výnosů. Výnosy jsou tudíž závislé na minulých hodnotách a nesplňují předpoklady slabé formy efektivnosti. U indexu WIG20 v prvním a třetím období nulovou hypotézu nezamítáme, protože zpožděné čtverce výnosů v reziduích nejsou statisticky významné. Ve zbývajících dvou obdobích již toto neplatí a nulovou hypotézu lze zamítnout. V případě časových řad indexu SP500 v prvním

období nulovou hypotézu nezamítáme, z důvodů nevýznamnosti zpožděných čtverců výnosů, pro zbývající tři období je situace opačná a nulovou hypotézu zamítáme.

Tab. 5.15 Whiteův test heteroskedasticity

	Koeficient r_{t-1}^2	t-statistika	pravděpodobnost
PX 1	0,108264	3,424047	0,0006
PX 2	0,356711	11,82334	0,0000
PX 3	0,34006	11,20006	0,0000
PX 4	0,338331	11,1321	0,0000
WIG20 1	0,014244	0,440788	0,6595
WIG20 2	0,089338	2,778584	0,0056
WIG20 3	0,043287	1,346912	0,1783
WIG20 4	0,068368	2,126601	0,0337
SP500 1	0,06353	1,902353	0,0574
SP500 2	0,184027	5,858146	0,0000
SP500 3	0,15189	4,818946	0,0000
SP500 4	0,140174	4,438958	0,0000

5.3.2 Engelův test

Pro provedení Engela testu se obdobně jako u Whiteova testu nejprve musí odhadnout funkce výnosnosti akcie za dané období s využitím zpožděných hodnot. Následně po vytvoření modelu se testují rezidua na přítomnost ARCH procesu, dle 4.31. Dále se testuje nulová hypotéza, že α je rovna nule a alternativní hypotéza, že α je různá od nuly pro jakékoli časové zpoždění. Výsledky Engela testu pro čtyři zpoždění jsou zobrazeny v příloze č.3. V následující tabulce jsou zobrazeny souhrnné výsledky testu pro jednotlivé časové řady. Kde jsou zobrazeny významnosti pro α jednotlivé časové řady a zpoždění.

Tab. 5.16 Pravděpodobnostní matice významnosti α pro jednotlivá časová zpoždění

	Počet zpoždění			
	1	2	3	4
PX 1	0,0828	0,0000	0,2565	0,3737
PX 2	0,0000	0,0054	0,0000	0,0254
PX 3	0,0000	0,0069	0,0000	0,037
PX 4	0,0000	0,0115	0,0000	0,0202
WIG20 1	0,5317	0,9124	0,2897	0,3521
WIG20 2	0,0102	0,2971	0,0006	0,0000
WIG20 3	0,0723	0,4028	0,0002	0,0001
WIG20 4	0,0996	0,5166	0,0001	0,0000
SP500 1	0,178	0,8629	0,0546	0,0583
SP500 2	0,2209	0,0000	0,0045	0,3119
SP500 3	0,057	0,0000	0,0388	0,2287
SP500 4	0,0548	0,0000	0,0395	0,2217

Na základě těchto výsledků můžeme konstatovat, že zamítáme nulovou hypotézu pro všechny časové řady, kromě časové řady logaritmů výnosů indexu SP500 a WIG20 v prvním období, protože vždy se vyskytuje alespoň jedno statisticky významné α . V případě českého trhu zastupovaného indexem PX jsou statisticky významné residuální složky zpožděné o dvě období. Co se týče indexu WIG20 v prvním období nulovou hypotézu nelze zamítnout, protože nebyly nalezeny závislosti v residuálních složkách. V dalších obdobích můžeme zamítnout nulovou hypotézu, z důvodu statisticky významné α především ve třetím, čtvrtém zpoždění. Engelův test pro časovou řadu indexu WIG20 v prvním období potvrzuje dosažené výsledky Whiteova testu. U indexu SP500 nulovou hypotézu nezamítáme pro první testované období, rozptyl výnosů tudíž není ovlivněn residuálními složkami. Engelův test i v tomto případě potvrzuje výsledky Whiteova testu. Pro zbývajících tři období nulovou hypotézu zamítáme, protože se objevují statisticky významné nenulové α .

Ve všech časových obdobích logaritmů denních výnosů indexů PX a druhé, třetí a čtvrté období indexu SP500 a WIG20 tedy zamítáme hypotézu slabé formy efektivnosti trhu ve všech formách náhodné procházky a tímto potvrzujeme výsledky dosažené lineárním testováním.

5.3.3 BDS test

BDS test je využit pro testování náhodné procházky II. typu, kdy je předpoklad nezávislosti cenových přírůstků. Pro aplikaci tohoto testu je nutné nejprve vytvořit regresní model výnosnosti akcie za dané období s využitím zpožděných hodnot a následně se testují rezidua daného modelu. Výsledky BDS testu logaritmů denních výnosů jednotlivých indexů v každém období pro hodnoty dimenze vnoření m a toleranční vzdálenosti vyjádřené násobkem směrodatné odchylky dat jsou uvedeny v příloze č.3. Vybrané výsledky tohoto testu pro dimenze vnoření 2, 5 pro jednotlivé časové řady jsou zobrazeny v následujících tabulkách 5.17, 5.18, 5.19.

Tab. 5.17 Výsledky odhadu BDS testu residuí zpožděného modelu indexu PX

	Tol. Vzdalenosti	0,5	1	1,5
	Dimenze	z-stat	z-stat	z-stat
PX 1	2	4,60*	5,14*	6,13*
	5	8,40*	8,85*	9,08*
PX 2	2	8,71*	10,69*	11,85*
	5	18,53*	18,55*	17,81*
PX 3	2	7,65*	9,22*	10,01*
	5	17,51*	17,57*	16,26*
PX 4	2	6,84*	8,68*	9,73*
	5	14,76*	16,13*	15,67*

Na základě výsledků BDS testu ve všech testovaných obdobích u indexu PX lze konstatovat, že výnosy nejsou zcela nezávislé a stejně rozdělené. Ve všech případech je hodnota BDS statistiky vyšší než kritická hodnota 1,96, která odpovídá 5% hladině významnosti. Nulovou hypotézu je tedy možné zamítnout.

Tab. 5. 18 Výsledky odhadu BDS testu residuí zpožděného modelu indexu WIG20

	Tol. Vzdalenosti	0,5	1	1,5
	Dimenze	z-stat	z-stat	z-stat
WIG20 1	2	0,70	0,77	0,99
	5	1,31	1,92	2,35
WIG20 2	2	2,27*	2,96*	3,31*
	5	3,67*	5,63*	6,76*
WIG20 3	2	1,87	1,51	1,51
	5	4,99*	5,10*	5,10*
WIG20 4	2	2,98*	2,97*	3,17*
	5	8,66*	8,15*	8,12*

Na základě výsledků BDS testu v prvním testovaném období u indexu WIG20 lze konstatovat, že výnosy mohou být částečně nezávislé a stejně rozdělené. Protože hodnota BDS statistiky je menší než hodnota 1,96 ve druhé až páté dimenzi. Ve druhém a čtvrtém testovaném období výnosy indexu WIG20 jednoznačně nejsou nezávislé a stejně rozdělené. Ve třetím období hodnota testové statistiky je nižší než 1,96 pouze ve druhé dimenzi vnoření. Takže nelze jednoznačně zamítnout nulovou hypotézu.

Tab. 5.19 Výsledky odhadu BDS testu residuí zpožděného modelu indexu SP500

	Tol. Vzdalenosti	0,5	1	1,5
	Dimenze	z-stat	z-stat	z-stat
SP500 1	2	0,14	0,53	2,18*
	5	2,34*	3,13*	5,43*
SP500 2	2	6,71*	9,80*	11,79*
	5	15,09*	17,03*	16,68*
SP500 3	2	5,10*	6,84*	8,14*
	5	16,42*	14,34*	13,63*
SP500 4	2	3,52*	5,22*	6,74*
	5	11,15*	10,70*	11,39*

V případě indexu SP500 nulovou hypotézu lze zamítnout pro druhé, třetí i čtvrté období. V prvním období nulovou hypotézu nelze jednoznačně zamítnout z důvodu hodnot BDS statistiky menších než 1,96 ve druhé dimenzi vnoření.

Z výsledků BDS testů tedy vyplývá, že výnosy nejsou nezávislé u indexu PX, pro index WIG20 nezávislost zamítáme pro druhé až čtvrté období. V případě indexu SP500 to nelze nulovou hypotézu jednoznačně potvrdit v prvním období. V ostatních obdobích byla v datech zjištěna závislost nelineárního charakteru. BDS test bohužel neposkytuje informaci o jaký typ nelineární závislosti se jedná.

5.4 Shrnutí výsledků

Tato kapitola byla věnována empirickému testování slabé formy efektivnosti na vybraných akciových trzích. V úvodní části byly charakterizovány jednotlivé vybrané akciové trhy a byly zde popsány jejich hlavní indexy. Bylo zde rovněž charakterizována a zdůvodněna volba dat a bylo vymezeno základní testovací období, které začíná 1.5.2004 a končí 31.12.2010. Z důvodů zachycení dynamiky vývoje bylo období rozděleno na čtyři dílčí období dlouhá téměř 4 roky, která se klouzavě posunují.

Vybrané akciové trhy střední Evropy a USA reprezentují indexy PX, WIG20 a SP500, u kterých byly analyzovány logaritmy denních výnosů, které byly rozděleny do čtyř období. U vzniklých časových řad byla provedená základní statistická analýza s využitím popisné statistiky, výsledky jsou zobrazeny v tabulkách 5.4, 5.5 a 5.6. Z výsledků uvedených v těchto tabulkách a rovněž z provedeného Jarque-Bera testu, viz tabulka 5.7, je možné konstatovat, že u všech zkoumaných časových řad logaritmů denních výnosů indexu PX, WIG20 a SP500 nebyl splněn předpoklad normality, tyto časové řady tedy nejsou normálně rozděleny, ale tomuto rozdělení se blíží. Nepodmíněné rozdělení logaritmů výnosů časových řad je kombinací normálních rozdělení. Střední hodnota výnosů byla v prvním období pro všechny indexy kladná, v dalších obdobích již záporná. Volatilita výnosů měřená směrodatnou odchylkou u všech indexů v čase roste.

Stěžejní částí této kapitoly bylo samotné testování slabé formy efektivnosti vybraných akciových trhů s využitím lineárních a nelineárních metod. Byly testovány jednotlivé časové řady logaritmů denních výnosů indexů PX, WIG20 a SP500 s využitím testů lineárního charakteru, konkrétněji testu poměru rozptylů, testu sekvencí a zvrátů a Box-Pierceova testu a dále pomocí testů nelineárních, tedy Whiteova testu, Engelova testu a BDS testu. Přičemž každý z těchto testů je vhodný k testování jiných forem slabé formy efektivností trhů v podobě náhodné procházky typu I., II. nebo III., viz tabulka 5.20. Souhrnný přehled výsledků testů pro jednotlivé časové řady a potvrzení či zamítnutí nulové hypotézy lze nalézt v tabulce 5.21.

Tab. 5.20 Vztah jednotlivých použitých testů vůči typům efektivnosti trhu

	Test poměrů rozpylů	Test sekvencí a zvrátů	B-P test	Whiteův test	Engelův test	BDS test
RW1	x	x	x			
RW2	x		x	x		x
RW3	x		x	x	x	

Tab. 5.21 Nulová hypotéza ve vztahu k jednotlivým testům

	Lineární testy			Nelineární testy		
	Test poměrů rozpylů	Test sekvencí a zvrátů	B-P test	Whiteův test	Engelův test	BDS test
PX 1	zamítá	zamítá	nezamítá	zamítá	zamítá	zamítá
PX 2	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá
PX 3	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá
PX 4	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá
WIG20 1	zamítá	zamítá	nezamítá	nezamítá	nezamítá	nezamítá
WIG20 2	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá
WIG20 3	zamítá	zamítá	nezamítá	nezamítá	zamítá	nezamítá
WIG20 4	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá
SP500 1	zamítá	zamítá	nezamítá	nezamítá	nezamítá	nezamítá
SP500 2	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá
SP500 3	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá
SP500 4	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá	zamítá

Z tabulek 5.20 a 5.21 je patrné, že jednoznačně zamítnout hypotézu slabé formy efektivnosti trhu pro časové řady lze pro index PX ve druhém až čtvrtém období s využitím jak lineárních, tak i nelineárních testů. V logaritmech denních výnosů byla totiž nalezena lineární i nelineární závislost. Výjimku tvoří první období, kdy nebyly nalezeny významnější autokorelace vyšších řádů, dle Box-Piersova testu. Souhrnně lze konstatovat, že časové řady logaritmů denních výnosů indexu PX nesplňují hypotézu slabé formy efektivnosti v žádné podobě.

Co se týče indexu WIG20 je situace oproti indexu PX poměrně odlišná. S využitím prvních dvou lineárních testů nelze nulovou hypotézu potvrdit na jakémkoli časovém období. Naopak autokorelační Box-Pierceův test tuto hypotézu nezamítá v prvním a třetím časovém období, nelze tedy zamítnout slabou formu efektivnosti. Další nelineární testy potvrdily nelineární závislost pro druhé a čtvrté testovací období, kdy nulovou hypotézu zamítáme. Pro první a třetí testovací období ovšem nulovou hypotézu s využitím nelineárních testů jednoznačně zamítnout nelze, tyto časové řady nevykazují statisticky významnou závislost nelineárního charakteru.

Výsledky testování hypotézy slabé formy efektivnosti indexu SP500 v jednotlivých obdobích lze rovněž vidět v tabulce 5.21. Můžeme konstatovat, že nulovou hypotézu nelze jednoznačně zamítnout v prvním období, kdy je zamítnuta pouze dvěma ze šesti testů. Lze tedy říci, že v prvním období index SP500 dosahoval slabé formy efektivnosti, nebyly zde nalezeny autokorelační a ani nelineární vztahy. Pro zbývající tři období lze jednoznačně zamítnout nulovou hypotézu, jak při testování lineárními metodami, kdy nelze potvrdit ani jeden typ slabé formy efektivnosti, tak i metodami nelineárními. Souhrnně lze říci, že v případě časových řad logaritmu denních výnosů indexu SP500 lze zamítnout nulovou hypotézu slabé formy efektivnosti na posledních třech testovaných obdobích, vykazují závislost na zpožděných hodnotách lineárního i nelineárního charakteru. V prvním období slabou formu hypotézy efektivností trhu nezamítáme.

Je rovněž nutné si posoudit, proč došlo k takovýmto výsledkům a jak je nutné chápat. Na středoevropských trzích byly zaznamenány rozdíly v efektivitě, kdy pro český trh jsme zamítli slabou formu efektivnosti na všech testovaných obdobích a naopak u trhu polského slabá forma efektivnosti nebyla jednoznačně zamítnuta v prvním a ve třetím období. Tyto rozdíly mohly být způsobeny jinou konstrukcí každého indexu. Index PX reprezentující český trh byl složen k 11.3.2011 z 15 titulů, přičemž 70% báze indexu tvoří pouze 4 tituly, tudíž není dostatečně diversifikován, a to může způsobovat lineární i nelineární závislosti ve výnosech. Index WIG20, který reprezentuje polský trh se svou konstrukcí od indexu PX liší. Obsahuje 20 nejobchodovanějších titulů na GPW, jejichž zastoupení v bázi indexu je poměrně rovnoměrné, váha žádného titulů nepřesahuje 15%. Americký trh, který je v této práci považován za jakýsi benchmark efektivity, vykazuje v prvním období před nástupem finanční krize slabou efektivnost, což se i předpokládalo. Je totiž dostatečně diverzifikován, protože obsahuje 500 největších amerických titulů, přičemž nejvyšší podíl jednoho titulu na bázi indexu jsou 3%. V dalších sledovaných obdobích se s vlivem finanční krize, která nejvíce postihla americké trhy se slabá forma efektivnosti vytrácí.

Existuje několik dalších faktorů, ke kterým je nutno přihlédnout při hodnocení efektivnosti. V této práci byly použity časové řady o denní frekvenci. Problémem těchto finančních časových řad je skutečnost, že pracují s uzavíracími denními kurzy. Takovéto kurzy nám bohužel neumožní získat hlubší informace k pochopení složitých dynamických procesů, například o formování tržních trendů. Pro zohlednění této dynamiky je tedy nutné použít data na vyšší frekvenci, tedy intradenních dat. Problémem je však nedostupnost intradenních údajů pro akademickou veřejnost. Výsledky by rovněž měly chápány relativně, tedy vzhledem k

použitým statistickým testům a ekonometrickým modelům, jejím předpokladům a specifickým vlastnostem analyzovaných časových řad.

Jelikož byla v autoregresních modelech zjištěna závislost, bylo by teoreticky možné ji využít pro predikci. To se týká především statistické významnosti zpožděných hodnot denních výnosů. Je tedy možné se domnívat, že na neefektivních trzích lze krátkodobě dosáhnout nadprůměrných výnosů, ovšem z dlouhodobého hlediska to není potvrzeno.

Jak bylo naznačeno v kapitole třetí, při použití klasických statistických metod a ekonometrických modelů narážíme na bariéry statistických paradigmat, která často znesnadňují jejich užití. Navíc můžeme konstatovat, že při modelování finančních časových řad nevystačíme s modely lineárními a s předpokladem normality, ale je nutné využít i modely nelineární. Možnosti testování efektivity trhů je nyní poměrně velké množství a další se vyvíjejí.

V této práci byly využity lineární i nelineární metody, které patří k nejrozšířenějším. Vedle analytického aparátu statistiky a ekonometrie existují další metody, například tzv. umělé inteligence. To však neznamená, že statistické metody je možné zavrhnout. Skloubením klasických statistických metod a ekonometrie s metodami umělé inteligence by se dalo teoreticky dosáhnout synergického efektu, který by vedl k řádovému zlepšení cílů, které jsou na empirické analýzy kladeny, toto ovšem není cílem této diplomové práce.

6 Závěr

Pro investora na kapitálových trzích je prioritním cílem dosažení zisku. K naplnění tohoto cíle lze využít mnoho nástrojů a metod. Ty dopomáhají investorovi v rozhodovacím procesu o vytvoření optimálního portfolia aktiv. Všechny metody jsou ovšem do jisté míry omezeny jistými předpoklady. Možnost dosahování nadprůměrných a dlouhodobých zisků je úzce spjata s teorií efektivních trhů, o kterou s opírá i mnoho dalších spekulativních metod.

Teorie efektivních trhů tvoří významnou část teorie zabývající se chováním finančních trhů. Základní myšlenkou této teorie je, že investoři nemohou na efektivních kapitálových trzích dlouhodobě a systematicky dosahovat abnormálních výnosů. Tedy teoreticky řečeno nelze na trhu využít relevantních informací ve svůj prospěch. Z tohoto tvrzení pak plyne, že většina spekulativních analýz pozbývá na efektivním trhu svůj smysl.

Dle teorie efektivních trhů lze rozlišit tři druhy informační efektivnosti. Hovoříme o formě slabé, středně silné a silné. Jestliže časové řady výnosů aktiv jsou vázané na minulé informace, obsahují trendy, které jsou statisticky a také ekonomicky významné, jedná se o trh, který není slabě efektivní. Na takovém to trhu má pro investora smysl využití technické analýzy a předvídat chování cen akcií. Pokud není dosažena středně silná forma efektivnosti trhu, tedy pokud kurzy neodrážejí veškeré veřejné informace, má pro investora smysl využít fundamentální analýzu k sestavení optimálního portfolia. Silná forma efektivnosti je pak charakterizována tím, že jsou v kurzech obsaženy veškeré veřejné i neveřejné informace a tudíž nelze za žádných okolností dosáhnout nadprůměrného zisku.

Předkládaná diplomová práce byla zaměřená do oblasti testování slabé formy efektivnosti akciových trhů se zaměřením na trhy střední Evropy a USA. Tato práce byla rozdělena do šesti kapitol včetně kapitoly úvodní a závěrečné. Teoreticko-metodologická část je tvořena kapitolou druhou, třetí a čtvrtou. Aplikační část pak kapitolou pátou.

Kapitola druhá byla věnována popisu jednotlivých spekulativních metod využívaných k predikci kurzů, a to na analýzu fundamentální, technickou a psychologickou. Třetí kapitola byla věnována charakteristice hypotézy efektivních trhů, charakteristice jednotlivých forem tržní efektivnosti a zhodnocení předpokladů teorie. Kapitola čtvrtá byla zaměřená na popis jednotlivých typů náhodné procházky a modelu martingálu, s pomocí nichž je modelována slabá forma efektivnosti trhu. Následně byly popsány lineární i nelineární modely vhodné k testování slabé formy efektivnosti využívající statistické a ekonometrické metody. Přičemž byl kladen důraz na skutečnost, aby testy postihly všechny typy náhodné procházky.

V části aplikační byla nejprve provedena charakteristika jednotlivých testovaných kapitálových trhů se zaměřením na charakteristiku testovaných indexů, tedy trhů českého, polského a amerického s příslušnými indexy PX, WIG20, SP500. Základními testovanými daty byly časové řady logaritmů denních výnosů jednotlivých indexů. Jako výchozí období bylo zvoleno období od 1.5.2004 do 31.12.2010, a to následně rozděleno do čtyř dílčích období dlouhých zhruba 4 roky s klouzavým posunem 2 let. U vytvořených časových řad byla provedena základní statistická analýza. Následně bylo přistoupeno k samotnému testování slabé formy efektivnosti na jednotlivých časových řadách. Postupně byly provedeny testy lineární i nelineární. V závěru této části byly zhodnoceny výsledky jednotlivých testů a vysloveno souhrnné stanovisko o slabé formě efektivnosti na jednotlivých trzích.

Cílem práce bylo empiricky otestovat slabou formu hypotézy efektivních trhů na vybraných akciových trzích střední Evropy a USA s využitím lineárních i nelineárních metod. Výsledky jednotlivých testů pro dané trhy a časová období lze nalézt v předchozí podkapitole, která obsahuje rovněž rozhodnutí o zamítnutí či nezamítnutí nulové hypotézy slabé formy efektivnosti.

Na základě lineárních i nelineárních testů lze slabou formu efektivnosti zamítnout pro index PX ve všech čtyřech sledovaných obdobích. V časových řadách denních logaritmů výnosů se totiž vyskytují jak lineární, tak i nelineární vztahy a že český akciový trh reprezentovaný tímto indexem se nechová efektivně. Na takovém to trhu tedy je možné odhadnout vhodný predikční model, s nímž by se dalo dosáhnout nadprůměrných zisků. Na tento závěr je ovšem nutno nahlížet i z ekonomického hlediska. Při testování nebyly totiž zohledněny informační a transakční náklady a ani riziková prémie. Pokud totiž odhadovaná míra výnosnosti nepřevyšuje náklady spojené s případnou transakcí, k obchodu vůbec nemusí dojít a v tomto případě se nemusí jednat o opravdovou neefektivitu trhu.

Při hodnocení výsledků jednotlivých testů pro časové řady indexu WIG20, hypotézu slabé formy efektivnosti nelze jednoznačně zamítnout či potvrdit. Nulovou hypotézu jednoznačně nezamítáme dle Box-Piercova autokorelačního testu pro první a třetí období, totiž v časových řadách se nevyskytují významné autokorelace, naopak první dva lineární testy slabou formu efektivnosti zamítly. Testy nelineární jednoznačně zamítají slabou efektivnost trhu ve druhém a čtvrtém období, vyskytují se zde statisticky významné nelineární vazby. V prvním a třetím testovaném období ve dvou ze tří případů nulovou hypotézu zamítnout nelze. Souhrnně lze říci, že pro polský trh nevykazuje známky slabé formy efektivnosti. Časové řady denních

výnosů v sobě obsahují skryté trendy a rovněž v některých případech vykazují nelineární vazby.

Rovněž bylo provedeno testování efektivnosti na americkém trhu zastupovaného indexem SP500. Americký trh je považován za vyspělý a tudíž by mohl být jakýmsi benchmarkem pro středoevropské trhy. Na základě výsledků jednotlivých testů lze konstatovat, že pro logaritmy denních výnosů indexu SP500 v prvním období nelze zamítnout nulovou hypotézu slabé formy efektivity trhu. Americký trh reprezentovaný tímto indexem tudíž před nástupem finanční krize vykazovat znaky slabé formy efektivnosti v podobě náhodné procházky II. a III. typu. Logaritmy denních výnosů ve zbývajících třech obdobích se již nechovají v souladu s modelem náhodné procházky, kdy u časový řad byly objeveny statisticky významné závislosti lineárního i nelineárního charakteru. Tato neefektivita mohla být způsobena vlivem světové finanční krize.

Zjištěna neefektivita může být rovněž způsobena nezohledněním transakčních a informačních nákladů a rizikové premie, zároveň se tento index výrazně odlišuje od testovaných indexů středoevropského trhu. Obsahuje totiž 500 různých akciových titulů, oproti přibližně 15 u indexu PX a WIG20, které mohou být do významné míry ovlivněny jednotlivými tituly. Dále zde vystupují další faktory odlišující testované trhy, může se jednat například o transparentnost trhu, likviditu, podíl nelikvidních titulů, míru informovanosti účastníků trhu a rovněž náklady spojené s obchodováním.

Na základě dosažených výsledků tedy nemůžeme potvrdit hypotézu slabé formy efektivnosti ve formě náhodné procházky ani u jednoho trhu během celého testovaného období od 1.5.2004 do 31.12.2010, s výjimkou amerického trhu v prvním testovaném období. Jednoznačně ji nepotvrdila většina užitých testů. Celkově lze konstatovat, že efektivita analyzovaných trhů v čase klesá. Tyto výsledky ovšem nemusí být definitivní či jednoznačné. Testování efektivity trhu je velice obšírný a komplexní proces, který lze stále rozšiřovat či zdokonalovat.

V této práci byly testované časové řady o denní frekvenci, tedy se pracuje s uzavíracími kurzy, které nemusí zohlednit všechny relevantní informace. V tomto případě by intradenní data byla vhodnější k zachycení dynamických procesů, jako například formování trendů. Zároveň lze testování provádět i na základě týdenních či měsíčních dat, které samozřejmě budou mít i o něco odlišnou interpretaci. Problematika této diplomové práce by mohla být dále rozvinuta tedy o testování dat s různou frekvencí.

Dále lze pracovat s časovými řadami různé délky, delší časové řady tudíž lépe odrážejí cyklický vývoj kapitálového trhu. Různé výsledky se totiž mohou dostavit při testování trhu v silné růstové fázi či ve fázi stagnace, to ale zároveň souvisí i s frekvencí dat. Další možností rozvoje této práce by bylo testování slabé formy efektivnosti i dalšími metodami, které k tomu jsou vyvinuty, například jak bylo zmíněno v předchozí podkapitole 5.4 s využitím modelů tzv. umělé inteligence.

Z hlavní přínos předložené diplomové práce v oblasti teorie lze považovat přehledné zmapování vývoje teorie efektivních trhů a modelových koncepcí. Tato teorie se totiž vyvíjela ze zkušenosti a praktických výsledků a z tohoto důvodu existuje hned několik koncepcí efektivity trhů. Tato práce dále nastiňuje důvody potřeby změn v chápání tržní efektivnosti. Efektivnost by neměla být chápána ve statickém smyslu jako okamžité přizpůsobení kursů novým informacím, ale ve smyslu beroucím v úvahu tržní dynamiku. Z praktického hlediska tato práce může být oporou pro finanční analytiky. V této práci je rovněž na rozdíl od ostatních statí a článků zachycena dynamika vývoje slabé formy efektivnosti v čase. Je tedy možné posoudit, jak se efektivnost akciových trhů mění v čase. V současné době totiž máme k dispozici relativně dostatečně dlouhé časové řady.

Seznam použité literatury

ARLT, J.; ARLTOVÁ, M. *Finanční časové řady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003, 220 s. ISBN 80-247-0330-0.

BACHELIER, L. *The random Character of Stock Market Prices*. Cambridge: Massachusetts Institute of Tehnology Press, 1964.

BOX, G. E. P.; PIERCE, D. 1970 Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive Moving Average Time Series Models, *Journal of American Statistical Association*, 2003. vol. 65 s. 1509-26.

BROCK, W. A.; DECHERT, W. D.; SCHEIKMAN, J. A. *A test for independence based on the correlation dimension*. Department of Economics, University of Winsconsin at Madison, University of Houston, University of Chicago, 1987.

CAMPBELL, J.Y.; LO, A.W.; MACKINLAY, A.C. *The Econometrics of Financial Markets*, 2nd Ed.. New York: Princeton University Press, 1997, 632 s. ISBN 0-691-04301-9.

CIPRA, T. *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008, 538 s. ISBN 9788086929439.

COWLES, A. Can Stock Forecasters Forecast? *Econometrica* 1, 1933. s. 309-324.

DIVIŠ, K.; TEPLÝ, P. Informační efektivnost burzovních trhů ve střední Evropě. *Finance a úvěr*. 2005. roč. 55. č. 9-10. s- 471-82.

FAMA, E.,F. Efficient Capital Markets: A Review Of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance* 25, 1970. s. 383-417.

GIBBONS, M., HESS, P. Day of the Week Effects and Asset Returns. *Journal of Business*, 1981. s. 579-596.

HÁJEK, J. *Slabá forma efektivnosti střeoevropských akciových trhů*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006, 189 s.[disertační práce].

HANOUSEK, J.; KOČENDA, E. Efektivnost nových kapitálových trhů: příklad pro střední Evropu. *Finance a úvěr*. 1997. Karlova univerzita, Fakulta sociálních studií. roč. 47(9). s. 538-547.

HORSKÁ, H. Český akciový trh – jeho efektivnost a makroekonomické souvislosti. *Finance a úvěr*. 2005. roč. 55. č. 5-6. s. 283-301.

KEIM, D., B. Is there still a January effect? 1983. [online]. Dostupný z WWW: <http://books.google.cz/books?id=cDuyJ5tjOxoC&pg=RA1PA169&lpg=RA1PA169&dq=donald+keim+1983&source=bl&ots=8At5J7aQLY&sig=iNc29Cg84AvT_K3YsVWwS__bVoM&hl=cs&ei=TSgTaqeJI7vsgbEucSfDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CBcQ6AEwAA#v=onepage&q=donald%20keim%201983&f=false>

MALKIEL, B. *Efficient Market Hypothesis*. Newman, P., Milgate, M. and Eatwell, J. Eds., New Palgrave Dictionary of Money and Finance. London: Macmillan. 1992.

MUSÍLEK, P. *Trhy cenných papírů*. Praha: Ekopress. 2002. ISBN 80-86119-55-6.

POLÁCH, J., *Základy kapitálových trhů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. 2006. 168s. ISBN 80-248-1046-8.

NETUKA, M. *Nelinearita výnosů cenných papírů*. Praha: Fakulta sociálních studií univerzity Karlovy. 1997. [diplomová práce].

PEARSON, K. *A mathematical theory of random migration*, 1905.

SAMUELSON, A.P. *Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press, 1965. Industrial Management Review.

SINGER, M. *Česká ekonomika a krize* [online]. 2009. Dostupný z WWW: <http://www.cnb.cz/m2export/sites/www.cnb.cz/cs/verejnost/pro_media/konference_projevy/vystoupeni_projevy/download/singer_20091218_ing.pdf>

STOLL, H., R.; WHALLEY, R., E. Transaction costs and the small firm effect. *Journal of Financial Economics*. vol. 12. issue 1. 1983. s. 81-88.

TRAN VAN QUANG, Testování slabé formy efektivnosti na českém akciovém trhu. *Politická ekonomie* 6. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze. 2007. s. 751-772.

VESELÁ, J. *Analýzy trhu cenných papírů I. díl*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze. Fakulta financí a účetnictví. 1995. 392 s. ISBN 80-7079-426-7.

VOVRŠDA, M.; FILÁČEK, J.; KAPLIČKA, M. Testování hypotézy efektivního trhu na BCPP. *Finance a Úvěr*. 1998. č. 9. s. 554-566.

www.bcpp.cz

www.gpw.pl

www.standardandpoor.com

www.wikiinvest.com

Seznam zkratek

ARCH – autoregressive conditional heteroskedasticity,
BCPP – Burza cenných papírů Praha,
BDS – Brock, Dechert a Scheinkman,
BUX – index na Budapešťské burze,
CAPM – capital assets price model,
CJ poměr – Cowles-Jonesův poměr,
DAX – index na Frankfurtské burze,
ECM – error correction model,
EFT – Exchange-Traded Funds,
FT-SE100 – index na Londýnské burze,
GPW – Gielda Papierów Wartościowych, Varšavská burza,
HDP – hrubý domácí produkt,
IID – independently identically distributed,
LM – Lagrange multiplier,
MTF – mnohostranný obchodní systém,
NYSE – New York Stock Exchange,
OLS – ordinary least squared,
P/E – price earning ratio,
PBV – price booked value,
PX – hlavní index Burzy cenných papírů Praha,
RW1 – Random Walk I.,
RW2 – Random Walk II.,
RW3 – Random Walk III.,
SAX – index na Bratislavské burze,
SP500 – index agentury Standard&Poor,
SPAD – systém obchodování na Burze cenných papírů Praha,
USA – Spojené státy americké,
WIG – index na Varšavské burzy.

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne.....

Jméno a příjmení studenta.....

Adresa trvalého pobytu studenta:

.....

Přílohy

Příloha č. 1 Grafický znázorněný vývoj jednotlivých indexů během sledovaného období

Příloha č. 2 Test poměrů rozptylů

Příloha č. 3 Engelův test

Příloha č. 4 BDS test

